

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

Année Scolaire 1933-1934. N° 60.

Institut d'Hygiène de la Faculté de Médecine de Lyon

Éclairage Moderne et Hygiène

THÈSE

PRÉSENTÉE

à la FACULTÉ de MÉDECINE et de PHARMACIE de LYON
et soutenue publiquement le 30 novembre 1933.

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

PAR

André-Maurice RENARD

Elève de l'Ecole du Service de Santé Militaire.

Né le 30 avril 1907, à Gray-la-Ville (Haute-Saône).



BOURG
IMPRIMERIE BERTHOD

1933



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Éclairage Moderne et Hygiène

PERSONNEL DE LA FACULTE

Doyen honoraire	M. L. HUGOUNENQ.
Doyen	M. J. LÉPINE
Assesseur	M. A. MOREL.

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. CAZENEUVE, ROQUE, LANNOIS, HUGOUNENQ, ROCHET, BARRAL
ROLLET, DOYON.

PROFESSEURS

Cliniques médicales	MM. PIC PAVIOT
Cliniques chirurgicales	TIXIER BÉRARD
Clinique obstétricale et Accouchements	VORON
Clinique ophtalmologique	BONNET
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	NICOLAS
Clinique neurologique et psychiatrique	LÉPINE (J.).
Clinique des maladies des enfants	MOURIQUAND
Clinique des maladies des femmes	VILLARD
Clinique d'oto-rhino-laryngologie	COLLET
Clinique des maladies des voies urinaires	GAYET
Clinique chirurgicale, infantile et orthopédie	NOVÉ-JOSSERAND
Clinique et prophylaxie de la tuberculose	COURMONT (P.)
Physique biologique, Radiologie et Physiothérapie	CLUZET
Chimie biologique et médicale	FLORENCE
Chimie organique et Toxicologie	MOREL
Matière médicale et Botanique	MANCEAU
Parasitologie et Histoire naturelle médicale	GUIART
Anatomie	LATARJET
Histologie	POLICARD
Physiologie	HERMANN
Pathologie externe	LERICHE
Pathologie interne	FROMENT
Pathologie et Thérapeutiques générales	CADE
Anatomie pathologique	FAVRE
Chirurgie opératoire	PATEL
Médecine expérimentale et comparée et bactériologie...	ARLOING (F.)
Médecine légale	ETIENNE MARTIN
Hygiène	ROCHAIX
Thérapeutique	SAVY
Pharmacie	LEULIER
Hydrologie thérapeutique et climatologie	PIÉRY

PROFESSEURS TITULAIRES SANS CHAIRE

Chargé d'un cours de Propédeutique de gynécologie	MM. CONDAMIN
Chargé d'un cours d'Anatomie médico-chirurgicale	THEVENOT (L.)
Chargé d'un cours d'Embryologie	NOEL

CHARGES DE COURS COMPLÉMENTAIRES

Chirurgie expérimentale	MM. TAVERNIER
Stomatologie	PONT

AGREGES

MM.	MM.	MM.	MM.
MAZEL	WERTHEIMER	EPARVIER	CREYSSSEL
DUMAS	GATÉ	GUILLEMINE	DE ROUEMONT
DUFOURT	DECHAUME	MORENAS	PAUPERT-RAVAULT
DEVIC	BERNHEIM	REBATTU	PIGEAUD.
GABRIELLE	POLLOSSON	REVOL	PONTHUS
MARTIN (Joseph)	CHAMBON.	ENSELME	MALMEJAC
ROCHET (Ph.)	CIBERT	SEDALLIAN	

EXAMINATEURS DE LA THÈSE

M. ROCHAIX, *Président.*
MM. BONNET, CORDIER, PONTHUS, *Assesseurs.*

La Faculté de médecine de Lyon déclare que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner ni approbation ni improbation.



FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

Année Scolaire 1933-1934. N° 60.

Institut d'Hygiène de la Faculté de Médecine de Lyon

Éclairage Moderne et Hygiène

THÈSE

PRÉSENTÉE

à la FACULTÉ de MÉDECINE et de PHARMACIE de LYON

et soutenue publiquement le 30 novembre 1933.

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

PAR

André-Maurice RENARD

Elève de l'Ecole du Service de Santé Militaire.

Né le 30 avril 1907, à Gray-la-Ville (Haute-Saône).



**BOURG
IMPRIMERIE BERTHOD**

1933

A LA MÉMOIRE DE MES GRANDS-PARENTS

A MA GRAND-MÈRE

A MA MERE

A MON PERE

Je leur dédie ce modeste travail, faible témoignage de ma profonde affection et de mon infinie reconnaissance pour tous les sacrifices qu'ils se sont imposés pour moi.

A MON FRÈRE

A MA BELLE-SŒUR

A MA NIÈCE

A MA FAMILLE

A MES AMIS

A MES JUGES

MON MAÎTRE ET PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR LE PROFESSEUR A. ROCHAIX

Professeur d'hygiène à la Faculté de Médecine.

Conseiller Technique Sanitaire Régional

Du Ministère de la Santé Publique.

Membre du Conseil Supérieur d'Hygiène de France.

Nous avons eu l'honneur d'être son élève.

Il nous a confié ce travail et nous a guidé de ses conseils, ne ménageant pour nous ni son temps ni sa peine. Qu'il veuille bien agréer l'expression de notre profond respect et de notre vive reconnaissance.

MONSIEUR LE PROFESSEUR P. BONNET

Chirurgien des Hôpitaux de Lyon.

Professeur de Clinique ophtalmologique

à la Faculté de Médecine.

Nous avons toujours suivi son enseignement avec le plus vif intérêt tant à l'Hôtel-Dieu où son service nous était ouvert qu'à la Faculté.

Qu'il trouve ici les marques de notre profonde gratitude.

MONSIEUR LE DOCTEUR V. CORDIER

Médecin des Hôpitaux de Lyon.

Professeur agrégé.

Nous gardons de ses brillantes leçons au chevet du malade le souvenir le plus vivant.

Il a été pour nous le maître le plus bienveillant et le guide le plus sûr.

Qu'il veuille bien croire à notre respectueux attachement.

MONSIEUR LE DOCTEUR PONTIUS

Professeur agrégé.

A MONSIEUR LE DOCTEUR J. ROLLET

Chef de Clinique ophtalmologique.

Il fut pour nous un guide précieux. Nous
lui exprimons notre gratitude.

A MES MAITRES DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

ET DES HÔPITAUX DE LYON

A MES MAITRES DE L'ÉCOLE DU SERVICE DE SANTÉ

MILITAIRE ET DE L'HÔPITAL MILITAIRE DESGENETTES

Hommage très respectueux.

A LA MÉMOIRE
DE MONSIEUR LE MÉDECIN-GÉNÉRAL INSPECTEUR VIRY

A MONSIEUR LE MÉDECIN GÉNÉRAL INSPECTEUR ROUGET

A MONSIEUR LE MÉDECIN GÉNÉRAL MORVAN
Directeur de l'Ecole du Service de Santé Militaire.

Nous sommes heureux de remercier ici tous ceux qui nous ont aidé dans ce travail.

Notre gratitude va d'abord à M. le Professeur ROCHAIX dont les conseils et l'appui nous furent indispensables.

Nous sommes très reconnaissant à M. le Docteur HAAS de l'accueil qu'il a bien voulu nous réserver. Ses travaux nous ont été d'un précieux secours.

Nous remercions très sincèrement « la Société pour le Perfectionnement de l'Eclairage » et particulièrement Monsieur l'Ingénieur DORNION qui a mis à notre disposition les brochures et clichés publiés sous sa haute direction.

Nous n'oublions pas l'amabilité de Monsieur LE CORBUSIER. Qu'il trouve ici l'expression de notre reconnaissance et de notre admiration.

A. R.

PREMIÈRE PARTIE

La lumière naturelle et artificielle

HISTORIQUE

« La terre était informe et nue; les ténèbres couvraient la face de l'abîme... Or Dieu dit : « Que la lumière soit ! ». Et la lumière fut...

Dieu vit que la lumière était bonne et il la sépara d'avec les ténèbres.

Dieu fit deux grands astres lumineux : l'un plus grand pour présider au jour, et l'autre moindre pour présider à la nuit; il fit aussi les étoiles... ».

(Genèse I, 2, 3, 4, 16).

L'oiseau salue le soleil à son lever; et il le chante encore, mais par des trilles mélancoliques, au moment où l'ombre commence à s'appesantir sur la terre.

« Tel l'oiseau, et tel l'homme. Les Antiques Védas de l'Inde sont à chaque ligne une hymne à la lumière, gardienne de la vie, au soleil qui, chaque jour, en révélant le monde, le crée encore et le conserve » (Michelet). D'ailleurs, les Védas ne font que prolonger l'antique tradition des peuples primitifs dont la religion se résume dans un culte de la lumière.

C'est, en effet, dans l'art protohistorique que l'on relève les traces multiples des cultes héliolatriques : disques et chariots solaires (chariots de TRUNDHOLM), barques solaires qui symbolisent le soleil voguant sur l'Océan et laissant la terre dans les ténèbres, swastika sacré de l'Inde, croix gammée emblème du soleil en mouvement.

Plus tard, dans l'antiquité, qu'il s'agisse des civilisations égyptiennes ou phéniciennes, ou des civilisations plus vieilles de l'Inde ou de la Judée, on retrouve encore les cultes solaires, seuls ou associés aux cultes phalliques, car soleil et phallus symbolisent magnifiquement la même idée, l'idée de la puissance créatrice, de la puissance fécondante sans laquelle la vie ne serait pas sur la terre.

Et la religion de Moïse et celle du Christ n'échappent pas à la règle commune. Les prophètes comparent le Messie à la lumière :

« Le peuple qui marchait dans les ténèbres a vu une grande lumière et le jour s'est levé pour ceux qui habitaient dans la région de l'ombre de la mort » (Isaïe, IX, 2).

« Je vous ai établi pour être la Lumière des Nations et le salut que j'envoie aux extrémités de la terre » (Ibid. XLIX, 6).

« Vous n'aurez plus le soleil pour vous éclairer pendant le jour et la clarté de la lune ne luira plus sur vous. Mais le Seigneur deviendra lui-même votre Lumière éternelle et votre Dieu sera votre gloire » (Ibid. LX, 19).

Et Jean l'Évangéliste écrit de Jésus :

« En lui était la vie, et la vie était la lumière des hommes.

Et la lumière luit dans les ténèbres et les ténèbres ne l'ont point comprise.

Il y eut un homme envoyé de Dieu, dont le nom était Jean.

Cet homme vint pour servir de témoin, pour rendre témoignage à la lumière, afin que tous crussent par lui.

Il n'était pas lui-même la lumière, mais il était venu pour rendre témoignage à la lumière.

C'était la vraie lumière qui illumine tout homme venant en ce monde (I, 4, 5, 6, 7, 8, 9) ».

Jésus, parlant au peuple, lui dit :

« Je suis la lumière du monde; celui qui me suit ne

marche point dans les ténèbres, mais il aura la lumière de la vie. » (Jean, VIII, 12).

« Tant que je suis dans le monde, je suis la lumière du monde » (Jean IX, 5).

Et à ceux qui lui demandent : « Qui est ce Fils de l'homme ? », Jésus répond :

« La lumière est encore avec vous pour un peu de temps. Marchez pendant que vous avez la lumière, de peur que les ténèbres ne vous surprennent. Celui qui marche dans les ténèbres ne sait où il va. Pendant que vous avez la lumière, croyez en la lumière, afin que vous soyez enfants de lumière...

Je suis venu dans le monde, moi qui suis la lumière, afin qu'aucun de ceux qui croient en moi ne demeure dans les ténèbres. (Jean XII, 35, 36, 45).

En Grèce et à Rome s'épanouissent les cultes de la lumière. La médecine était fille de la lumière; n'oublions pas, en effet, que le père d'Esculape, dieu de la Médecine, était l'éclatant Phœbus Apollon, Dieu du soleil vivificateur.

La lampadophorie était l'une des grandes solennités grecques : on la célébrait aux fêtes de Minerve, mère des arts, de Vulcain inventeur des lampes et de Prométhée qui ravit le feu du ciel. Les coureurs se passaient le flambeau de main en main jusqu'à ce que l'un d'eux réussît à atteindre le but avec son flambeau allumé, usage qui inspira le vers célèbre de Lucrèce.

— Et, quasi cursores, vitae lampada tradunt —

*
**

L'éclairage des maisons était assez sommaire. Dans l'Odyssée, Homère nous montre des servantes jetant

des morceaux de bois dans le brasier pour éclairer la salle du festin. Les premiers flambeaux furent de simples morceaux de bois de chêne, trempés dans la poix, la résine ou l'huile. Plus tard apparurent les lanternes : le « phanos » et les lanternes de corne.

L'éclairage des rues était inconnu des Grecs. La nuit jetait sur leurs débauches un voile complice qu'ils se gardaient bien de déchirer. Seuls les fanaux qui vacillaient au-dessus des portes des lupanars de l'agora perçaient les ténèbres. Seuls, les chants et les cris des matelots attardés dans les cabarets du Pnyx troublaient le silence.

A Rome, la nuit commençait avec le coucher du soleil. La grande clepsydre du Forum était arrêtée. A « vesper » (la chute du jour), succédaient « crepusculum » (le crépuscule), « prima fax » (la première torche, l'heure où dans les rues s'allumaient les premières torches), « corticinium » (le silence), « concubitorium » (le repos), « gallicinum » (le chant du coq), « matutinum », (le matin). Seules, les rues des lupanars étaient éclairées : la voie suburrane, repaire des courtisanes de bas étage, qui se tenaient assises devant leurs maisons illuminées de petites lampes ; le « vicus Patricius » sur le Mont Esquilin ; les arcades du Circus Maximus.

Les patriciens faisaient porter leurs lanternes par les esclaves appelés lanternarii, les simples citoyens portaient la leur à la ceinture. Quant aux miséreux, Juvénal¹ nous a conté leurs infortunes dans la Satire III.

(1) Juvénal. Satires. Texte et traduction. Collection Guillaume Budé.

Ebrius ac petulans, qui nullum forte cecidit,
dat pœnas; noctum patitur lugentis amicum
Pelidae; cubat in faciem, mox deinde supinus;
ergo non aliter poterit dormire : quibusdam
somnum rixa facit. Sed, quamvis improbus annis,
atque mero fervens, cavet hunc, quem coccina laena
vitari jubet, et comitum longissimus ordo,
multum praeterea flammaram et aenea lampas.
Me, quem luna solet deducere, vel breve lumen
candelae, cujus dispenso et tempero filum,
contemnit.

« Qu'un ivrogne en gaité n'ait par hasard encore rompu les os à personne, le voilà en proie au remords; il passe une nuit aussi lugubre que celle du fils de Pélée pleurant son ami. Il se couche sur la face, puis sur le dos. Mais non ! il n'aura du sommeil qu'à ce prix. Il est des gens qu'une bonne querelle fait dormir. Malgré l'effronterie de sa jeunesse qu'échauffe encore le vin, il ne se frotte pas au passant que lui conseillent d'éviter un manteau de pourpre, une nombreuse escorte, quantité de flambeaux et de lampes d'airain. Moi qui n'ai d'ordinaire pour me ramener à la maison que la lune ou la lueur chétive d'une chandelle dont je règle avec économie la mèche, je ne lui fais pas peur. »

Dans leurs maisons, les Romains se servaient de lampes de divers modèles, depuis le simple récipient rempli d'huile où plongeait une mèche jusqu'aux objets d'art et de luxe retrouvés à Pompéi et représentant, tantôt le cygne, d'heureux présage, tantôt la chauve-souris, symbole de la nuit.

Au moyen âge, les flambeaux de cire s'ajoutèrent aux torches des Gaulois. Ce furent les valets por-

teurs de torches qui imprudemment mirent le feu aux vêtements d'étope des gentilshommes déguisés en sauvages au bal des Ardents et causèrent la folie de Charles VI. L'éclairage des châteaux était parfois somptueux. FROISSART nous décrit ainsi la magnificence du comte de Foix :

« Quand de sa chambre venoit pour souper en la salle, devant lui avoit douze torches allumées que douze varlets portoient : et icelles douze torches tenues estoient devant sa table, qui donnoient grande clarté en la salle. »

Et devant le corps du Comte « ardoient continuellement et sans cesse, de nuict et de jour, tout à l'entour du corps, vingt et quatre gros cierges, lesquels cierges estoient tenus de quarante et huit varlets, dont il y en avoit vingt et quatre qui veilloient tout au long de la nuit et les autres vingt et quatre tout au long du jour. »

L'éclairage public laissait fort à désirer. Les cloches de Saint-Merry, les bourdons de la Sorbonne annonçaient l'Angélus du soir et le signal du couvre-feu, les boutiques se fermaient, les lumières disparaissaient. Au son de la cloche de Notre-Dame, les maisons de prostitution devaient clore leurs portes. Et, plongées dans les ténèbres, les rues boueuses et mal pavées, appartenaient aux détrousseurs et aux mauvais garçons. De rares lumières brûlaient devant les églises et les chapelles, devant les ex-voto élevés par les criminels repentants, sur l'ordre du prêtre, à l'endroit même de leur crime.

Ainsi, dans la rue Barbette (rue Vieille-du-Temple), vacillait la lampe que Brulart, l'un des assassins du duc Louis d'Orléans, avait fait vœu d'entretenir perpétuellement en l'honneur de la Vierge; sous François I^{er} la lampe du repentir brûlait toujours et trahit

le roi galant, un soir qu'il se glissait chez la Belle Ferronière.

Dans les rues, des lanternes, mais..... en peinture, qui laissent leur nom aux rues de la Lanterne-des-Arcis et de la Vieille Lanterne et qui permettent à Villon de railler bourgeois et échevins dans le Grand Testament.

Et aux piétons qui vont daguet
Testonnant, par ces establis,
Je leur laisse deux beaux rubis
La lanterne à la pierre-au-let.

Le 26 août 1662, une ordonnance royale de Louis XIV crée l'éclairage public dans Paris et les grandes villes du royaume. L'Abbé Laudati Caraffé crée le corps des lampadophores supprimés en 1667 par le premier lieutenant de police, La Reynie, qui fait placer au milieu et à chaque extrémité des rues des lanternes garnies d'une chandelle.

Sous Louis XV, M^{onsieur} de Sartine ouvre des concours « à la meilleure manière d'éclairer une grande ville en embrassant autant que possible la sûreté, la durée, l'économie ». En 1769, Bourgeois de Châteaublanc est chargé de l'éclairage général de la ville de Paris : il est l'inventeur des réverbères « lanternes à huile munies d'un réflecteur mécanique ». Et bientôt 3.500 réverbères éclaireront les rues de la capitale.

*
**

Les premières lampes destinées à l'éclairage domestique étaient de simples vases remplis d'huile,

où trempait une mèche fibreuse de chanvre, de lin ou de coton; mais cette mèche charbonnait et produisait une fumée d'autant plus nauséabonde que l'huile était plus impure; la lumière était trop rouge et fuligineuse. Il fallait, pour parer à ces inconvénients, amener plus d'oxygène, plus d'air dans la lampe : Ce fut l'œuvre, à la fin du XVIII^e siècle, du médecin-physicien genevois Argand, établi en France, et dont Lange et le pharmacien Quinquet s'approprièrent la découverte; malgré un arrêt du Parlement (1785), le public ne cessa d'appeler quinquet la lampe d'Argand. Il persistait cependant une difficulté : celle de faire monter l'huile régulièrement, difficulté que devait résoudre l'horloger Carcel. Mais la nouvelle lampe présentait un inconvénient tenant à la perfection même du mouvement d'horlogerie qui lui était adapté et qui, d'un prix élevé, ne pouvait guère être réparé que par l'horloger lui-même.

Bientôt l'éclairage par les huiles minérales tenta de supplanter l'éclairage, plus coûteux, par les huiles végétales. Tous les essais demeurèrent isolés, infructueux, jusqu'au jour où les pétroles d'Amérique inondèrent les marchés d'Europe (1861).

Entre temps, les travaux de Chevreul sur les corps gras (1811) avaient permis d'extraire du suif le meilleur de ses principes éclairants : l'acide stéarique; et, vingt ans plus tard, apparaît l'industrie des bougies stéariques qui prirent le nom de bougies de l'Etoile, car leur première usine était située au voisinage de l'Arc-de-Triomphe de l'Etoile.

A la même époque, naissait et se développait l'éclairage par le gaz, découverte de l'ingénieur français Philippe Lebon. Les thermo-lampes attiraient déjà l'attention du Premier Consul et du Ministre de la Marine; il semblait qu'un triomphe éclatant fut réservé au génial inventeur, lorsque, le 2 décembre 1804, le soir même du couronnement de Bonaparte, Philippe Lebon tombait sous les coups d'assassins dont on ne connut jamais le nom et que l'on soupçonna d'être à la solde de l'étranger.

Deux Anglais, Murdoch et Winsor (1804-15) donnèrent toute son importance industrielle à la découverte de Philippe Lebon. Et depuis, de multiples perfectionnements n'ont cessé de lui être apportés.

A côté de l'éclairage au gaz se développait l'éclairage électrique qui, longtemps méconnu et méprisé, ne devait pas tarder à supplanter tous les autres. Ce fut Otto de Guericke, bourgmestre de Magdebourg, qui découvrit, en 1672, l'étincelle électrique et dès lors chaque siècle nouveau marque un progrès de l'électricité : aux machines statiques succèdent les piles, aux piles les dynamos, aux lampes à filaments de charbon les lampes à filaments de tungstène, aux lampes à arc, les projecteurs et diffuseurs puissants. Les noms de de Moleyns, Starr, de Changy, Edison sont attachés à ces divers perfectionnements.

Et actuellement, on est loin des timides essais du 20 octobre 1843 où pour la première fois fut illuminée la place de la Concorde, des essais plus brillants du 10 juin 1867, où les jardins des Tuileries furent embrasés en l'honneur des souverains étrangers,

venus en France pour l'Exposition. On est loin aussi des époques où « épaisseur et multiplicité des rideaux aux fenêtres laissaient la pièce dans un demi-jour que l'on trouvait reposant; le soir, la lueur des bougies et des lampes à huile ne suffisait pas à écarter entièrement les ténèbres, sauf, aux jours de gala, quand les lustres et les candélabres étincelaient de *mille feux*; on vivait dans la pénombre : c'était la chambre de Pascal, où l'occupant se repliait sur lui-même, monde factice à l'écart de la vie et de la vérité » (CLOUZOT).

On est bien loin encore de 1913, « engouement pour les intérieurs *fumerie d'opium*, éclairages mourants, divans profonds comme des tombeaux, coussins et tentures noir et or...

Dans l'intérieur nouveau, nos yeux s'ouvrent tout grands sur les arbres et sur le ciel. Ils ne regardent plus la fenêtre, mais ce qu'il y a au delà. Les baies sont larges. La lumière entre à flot, réfléchie par la blancheur des plafonds, les revêtements des murs. Elle joue sur les surfaces polies des meubles, sur les étoffes de couleurs gaies. La nuit venue, la source lumineuse vient du dedans : d'éclairé, l'appartement devient éclairant.

« *Plus de lumière !* », le mot du vieux Goethe mourant est la devise de notre siècle et non seulement c'est notre demeure qui a soif de clarté, mais c'est nous-mêmes. Nous ne pourrions pas plus vivre dans une pièce éclairée aux chandelles que dans un appartement meublé en chêne Henri II... Tantôt, c'est un éclairage indirect produit par une herse électri-

que dans la saillie d'une corniche et réfléchi par une voûte blanche; tantôt c'est le mur entier, fait de dalles de verre gravées, ou le plafond ou un pilastre qui s'illuminent ». (CLOUZOT).

Les miracles de l'électricité ne sont pas moindres dans l'éclairage public; ils nous ont été révélés par l'Eposition de 1925.

Aujourd'hui, nos statues, nos monuments, nos cathédrales, s'élancent lumineuses vers le fond noir du ciel, sous les feux rasants des projecteurs, qui découvrent leurs splendeurs cachées que le soleil lui-même n'arrive pas à dévoiler. Et cependant, sous l'Arc-de-Triomphe embrasé, vacille toujours la symbolique Flamme du Souvenir.

CHAPITRE II

LA LUMIERE NATURELLE PROPRIETES DES RADIATIONS LUMINEUSES

La nature de la lumière est, comme on sait, complètement inconnue.

Les anciens avaient attribué à la lumière une forme corpusculaire; NEWTON avait imaginé la théorie de l'émission; HUYGENS avait proposé avec succès la théorie des ondulations; MAXWELL avait bâti une théorie électro-magnétique de la lumière; PLANCK, par la théorie des Quanta remit en honneur l'hypothèse ancienne d'une structure granulaire de la lumière; enfin Louis de BROGLIE créa la mécanique ondulatoire confirmée par des résultats expérimentaux.

§ 1. — RADIATIONS LUMINEUSES VISIBLES ET INVISIBLES.

NEWTON a montré qu'un faisceau lumineux est composé d'un très grand nombre de radiations différentes. Il a réalisé la décomposition et la synthèse de la lumière. Les différentes radiations dispersées en un spectre peuvent être caractérisées par leurs propriétés, leur couleur par exemple, ou, d'une fa-

çon plus précise, par la fréquence du mouvement vibratoire qui les constitue, c'est-à-dire par leur longueur d'onde.

Pour les radiations visibles, les grandes longueurs d'onde appartiennent aux rouges qui sont les moins réfrangibles, tandis que les violets ont des ondes plus courtes. En dehors du spectre visible et de part et d'autre de celui-ci, existent des radiations lumineuses qui ne sont pas perceptibles par notre œil : en deçà du rouge, les rayons infra-rouges ou calorifiques et de l'autre côté les rayons ultra-violets à grande activité chimique.

Les différentes radiations simples, forment d'un bout à l'autre du spectre une série ininterrompue. Leurs propriétés physiques, chimiques et biologiques varient graduellement d'intensité et se modifient insensiblement avec les longueurs d'onde.

§ 2. PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DE LA LUMIÈRE.

La longueur d'onde : Comme tout mouvement vibratoire, les radiations sont caractérisées par leur longueur d'onde.

La longueur d'onde qui est représentée dans les formules par le symbole λ , permet de calculer la période de la vibration :

$$\lambda = v T.$$

v représente la vitesse de la lumière. La fréquence de la vibration est l'inverse de la période.

$$\frac{1}{T}$$

La longueur d'onde des radiations lumineuses est extrêmement petite. Elle est habituellement exprimée en angströms qui vaut un dix-millionième de millimètre ou un dix millième de micron.

$$1 \text{ A} = 10^{-4} \mu = 10^{-7} \text{ millimètre.}$$

Il existe d'autres rayonnements de l'éther qui ne sont pas produits par des sources lumineuses, et dont les propriétés présentent cependant des analogies très grandes avec les radiations lumineuses.

Telles sont les ondes hertziennes (HERTZ, 1888) utilisées en télégraphie sans fil. Leur longueur d'onde varie de 30 km. à 0 mm. 22 (NICHOLS et TEAR). D'autres ondes sont plus courtes que les ondes ultraviolettes, les rayons X. (RÖNTGEN, 1895) dont la longueur d'onde varie de 0 A, 06 pour les rayons très durs et très pénétrants jusqu'à 490 angströms (HOLLWECK, 1920) pour les rayons très mous.

Viennent ensuite les rayons γ du radium dont la longueur d'onde varie de 1 A, 5 à 0 A, 03.

Il existe enfin des « rayons cosmiques » dont la longueur d'onde serait encore infiniment plus petite et la pénétrabilité beaucoup plus grande que celle des rayons γ (MILLIKAN puis KOHLÖRSTER).

Propagation et absorption des radiations lumineuses. — La vitesse de propagation de la lumière est de 304.000 km. par seconde dans le vide, d'après CORM; dans un milieu matériel, elle est de $\frac{304.000}{N}$ (N étant l'indice de réfraction absolu du milieu pour la radiation considérée).

La lumière visible est arrêtée par certains corps, elle en traverse certains autres. Certains corps transparents arrêtent certains rayons et le faisceau lumineux émergent sort teinté; il prend la couleur complémentaire de ce qui est absorbé.

La lumière infra-rouge a une puissance de pénétration supérieure à celle de la lumière visible. Les infra-rouges traversent très bien le sel gemme qui sert à construire les spectroscopes pour infra-rouges. Ils traversent de faibles épaisseurs de marmorite, d'ébonite, de papier noir qui servent à filtrer les infra-rouges. Par contre ils traversent mal le verre épais, l'eau. Ils sont bien arrêtés par les solutions cuivriques (acétate de cuivre, BOUTARIC).

Les rayons ultra-violets sont bien moins pénétrants que les autres radiations lumineuses et leur puissance de pénétration diminue très rapidement avec leur longueur d'onde. Ceci est l'inverse de ce qui se passe pour les rayons X qui sont d'autant plus pénétrants que leur longueur d'onde est plus courte.

Propriétés optiques : Quand un rayon lumineux rencontre un obstacle il peut se produire différents phénomènes.

1° Le rayon est réfléchi régulièrement sur la surface de ce corps suivant la loi de DESCARTES. A un rayon incident correspond un seul rayon réfléchi. Lorsque ce phénomène se produit, on dit que la surface est polie.

Nous pouvons signaler avec Pech que les ultra-violets se réfléchissent moins bien que les rayons visibles et surtout que les infra-rouges. Après une réflexion,

le faisceau réfléchi est plus pauvre en ultra-violet que le faisceau incident.

2° Le rayon est réfléchi irrégulièrement. C'est la diffusion par réflexion. Le rayon initial se divise en une infinité de rayons réfléchis.

3° Le rayon est réfracté suivant les lois de Descartes. A un rayon incident correspond un rayon réfracté. L'indice de réfraction d'une radiation varie en raison inverse de la longueur d'onde.

4° Le rayon est transmis irrégulièrement. Le rayon incident se divise alors en une infinité de rayons réfractés.

5° Le rayon est plus ou moins absorbé. Le corps parfaitement noir est un corps qui absorbe la totalité de la lumière qu'il reçoit.

Fluorescence et phosphorescence : Les radiations lumineuses et en particulier les rayons ultra-violet rendent luminescents certains corps, soit d'une façon temporaire (fluorescence), soit d'une façon plus ou moins prolongée (phosphorescence).

Exemples de corps phosphorescents : Sulfure alcalinoterreux de zinc, de cadmium.

Les corps fluorescents sont plus nombreux : platino-cyanure de baryum, verre d'urane, spath-fluor; solution d'esculine, de quinine, d'éosine; vapeurs d'iode de mercure, de naphthaline.

Effets thermiques : L'énergie rayonnante peut être transformée en chaleur; toute radiation chauffe le corps qui l'absorbe. Les infra-rouges et la lumière visible transportent une quantité notable d'énergie radiante, transformable en chaleur, celle-ci diminue

proportionnellement à la longueur d'onde et les effets thermiques de l'ultra-violet sont très faibles.

Action photo-électrique : Les radiations à ondes courtes, les rayons γ du radium, les rayons X, les ultra-violets et même certains rayons visibles, ont la propriété de provoquer une émission d'électrons lorsqu'ils frappent certains corps.

§ 3. PROPRIÉTÉS CHIMIQUES DES RADIATIONS LUMINEUSES.

Ce sont surtout les rayons ultra-violets qui ont une action importante sur les réactions chimiques, d'où le nom de radiations chimiques, radiations actiniques qui leur a été donné.

D. BERTHELOT a classé les nombreuses réactions chimiques déclanchées par les ultra-violets en quatre groupes :

a) *Photolyse* : décomposition analogue à celle produite par les ferments ou par électrolyse (décomposition des alcools, des cétones).

b) *Polymérisation* : transformation de l'oxygène en ozone par exemple.

c) *Réactions d'oxydation* : combustion à froid (ammoniaque, cyanogène).

d) *Photo-synthèse* : de composés ternaires ou quaternaires.

Les réactions photochimiques sont réversibles (D. BERTHELOT).

§ 4. LA VIE, CONSÉQUENCE DIRECTE DU RAYONNEMENT
SOLAIRE.

« Toutes les forces de la terre, toutes les manifestations de la vie, sont des modulations ou des variations d'une même mélodie céleste qui émane du Soleil ».

Tyndall.

Augustin REY, dans son rapport « La lumière du soleil dans l'habitation » au III^e Congrès International de Technique sanitaire et d'hygiène urbaine de Lyon 1932, nous dit :

« On peut affirmer que la vie sur le globe est la conséquence directe du rayonnement solaire. Elle est pour ainsi dire suspendue, atténuée ou accentuée suivant les variations de cette énergie.

Si les multiples radiations solaires ont une influence reconnue énorme sur la germination des plantes, des céréales en particulier, la croissance des arbres et celle des animaux, elles ont incontestablement une action prépondérante sur la vie humaine.

« Nous avons établi que l'être humain semble fonctionner comme une machine électrique qui produirait des échanges innombrables par réaction chimique. L'état électrique, magnétique et d'ionisation de l'atmosphère, conséquence de la radiation solaire, semble donc conditionner, et peut-être dominer plus qu'on le croit, les phénomènes vitaux des organes humains.

L'idée directrice fondamentale, le fil conducteur à travers cet immense domaine qu'est l'agglomération humaine, est de respecter l'action directe des rayons

solaires. Il faut, en conséquence, construire tous les bâtiments, sans exception, de telle manière qu'ils soient pénétrés de part en part, le plus d'heures possible, depuis leur base, par ces rayons bienfaisants.

« Nos connaissances actuelles sur l'action de la lumière solaire nous permettent d'affirmer qu'elle est le grand moteur du globe, l'animateur de tout ce qu'il contient, le suprême facteur de la vie. Les rayons solaires sont là pour maintenir en équilibre la santé humaine. Leur radiation directe est à la fois un tonique et un microbicide d'une incomparable activité, ainsi que peuvent le démontrer les découvertes les plus récentes.

« Chaque rayon du soleil nous inonde à la fois de force, de lumière, de chaleur, et provoque des influences électriques, magnétiques, radioactives, d'ionisation et chimiques. Son action sur tout organisme vivant surtout chez l'homme, merveilleux récepteur, est incalculable.

Action microbicide de la lumière : En 1700, SPALLANZANI signala l'action destructive des rayons solaires sur les germes vivants contenus dans des infusions végétales. En 1877 DOWNES et BLUNT exposèrent tout simplement aux rayons du soleil des tubes contenant des bouillons nutritifsensemencés de microbes quelconques. Ils démontrèrent le pouvoir bactériologique des rayons solaires. Ils reconnurent ensuite que la lumière diffuse du jour présentait également cette propriété. TYNDAL, JAMIESON confirmèrent ces recherches.

En même temps DUCLAUX à Paris et ARLOING à Lyon

commencèrent des recherches plus précises. Roux répéta les expériences d'ARLOING, puis les recherches se multiplièrent et l'on arriva à des résultats contradictoires car les conditions expérimentales étaient mauvaises.

PANSINI arriva à des résultats remarquables, il montra les relations entre le pouvoir bactéricide du soleil et sa puissance chimique sous différentes latitudes.

Plus spécialement, on s'attacha ensuite à des recherches sur la résistance des microorganismes pathogènes. KOCH montra que la lumière détruisait le bacille de la tuberculose. BÜCHNER et KRAÜSE firent porter leurs expériences sur le bacille d'Eberth qui fut tué en deux heures d'exposition au soleil. Des expériences furent faites sur tous les microbes.

MIGNESCO et JOUSSET étudièrent l'action du soleil sur les crachats bacillifères et sur les étoffes souillées.

PRAUSSNITZ et PROCCACINI constatèrent l'action microbicide de la lumière en milieu liquide. Action complète de 1 m. 60 de profondeur, partielle à 3 m.

Le soleil joue un rôle capital dans la purification du sol, des eaux des rivières et des fleuves. C'est ce qui a conduit à l'utilisation industrielle des ultraviolets pour stériliser l'eau de consommation (COURMONT et NOGIER).

L'action bactéricide de la lumière est lente mais doit à sa continuité la plus grande part de son efficacité. Son mécanisme est complexe. On sait que l'action est plus forte dans la partie bleue, violette et au delà; qu'elle est renforcée par l'oxygène de l'air

(expérience de MOMONT sur une culture charbonneuse sporulée dans le vide).

On pourrait croire que cette action s'exerce d'une façon moins précise et moins complète sur le vivant que dans un tube à essai. En réalité, l'action bactéricide de la lumière solaire s'exerce au niveau des plaies d'une façon très complète et très régulière. (LERICHE). Les conclusions thérapeutiques que l'on peut tirer de ces faits sortiraient du cadre de notre sujet.

Jusqu'ici, la lumière a été très irrégulièrement répartie dans l'habitation. Puisque c'est l'agent d'assainissement le plus universel, le plus économique, et le plus actif auquel puisse avoir recours l'hygiène privée ou publique, le problème de l'éclairage naturel de nos immeubles est d'un intérêt primordial.

Nous nous bornerons à citer l'action de la lumière sur les végétaux, (phénomènes mécaniques, chimiques et morphologiques).

L'action de la lumière sur les animaux est parallèle à la précédente. L'opposition se montre éclatante si l'on compare les flore et faune des déserts polaires à celles des forêts équatoriales.

L'homme se distingue des animaux par son organisation supérieure et par son âme. Ceci nous invite à considérer une action physique et une action morale de la lumière sur lui.

Lumière et biologie : Il est des faits communs qu'il nous semble bon de rappeler ici :

La vie sexuelle commence beaucoup plus vite dans

les pays où l'intensité lumineuse est plus grande et où parallèlement il fait plus chaud. Les nègres deviennent adolescents vers 10 ou 12 ans. La menstruation est très précoce chez les femmes des tropiques. Par contre, on la voit manquer chez les femmes esquimaux pendant les six mois de la vie polaire.

Les échanges organiques sont différents le jour et la nuit. L'urine du jour est toxique et narcotique, l'urine de la nuit est moins toxique et convulsivante (BOUCHARD).

La sensibilité et l'activité sont plus grandes le jour que la nuit. Pendant la nuit encore, les échanges organiques diminuent et la température s'abaisse (NOGIER).

Voilà des faits qui donnent une idée très nette de l'action certaine de la lumière sur l'organisme humain en général. Son mécanisme nous échappe d'ailleurs. Sans doute action indirecte sur les tissus profonds par l'intermédiaire de la peau, de l'œil, du cerveau et du système sympathique. (ROTHMANN et JESIONECK, MAGNUS LÉVY).

L'action locale sur le tégument a été étudiée avec beaucoup de soin et c'est elle qui fait la base de la *méthode photothérapique* du professeur FINSSEN.

Nous n'insistons pas sur « la lumière en thérapeutique » et nous rappelons simplement les merveilleux effets des médicaments irradiés sur les malades atteints de véritable carence lumineuse.

« Comme tous les Dieux, le soleil ne répand pas que des bienfaits sur les êtres à qui il a donné, et chez qui il entretient la vie. »
(D^r C. SIMON).

M. JAUSION vient de préciser la question dans son livre « Les maladies de lumière ».

Bien que la lumière solaire soit naturellement filtrée par les phénomènes d'absorption, vraie et de diffusion, qu'il existe un antagonisme des radiations : l'homme est exposé à *l'injure lumineuse* : Il s'agit alors des Actinodermatoses de DARIER procédant de quatre modes de réaction des organismes vis-à-vis de la lumière :

Phototraumatisme (ex. : coup de chaleur et de lumière).

Photodynamisme exogène et endogène (ex. : Acridinisme et Pellagres).

Photobriotropisme (ex. : érythèmes polymorphes solaires).

Photoanaphylaxie (ex. : urticaire et eczéma solaires).

Nous n'étudions pas ici ces maladies car il s'agit là de lésions dues à des excès de lumière auxquels l'architecte ou l'éclairagiste ne nous expose pas, même lorsque notre habitation devient une *maison de verre* qui constitue un abri nous protégeant contre la violence des éléments.

Lumière et psychologie : L'exposé historique nous a montré que les mythes solaires ont bercé l'enfance des peuples méditerranéens. L'âme hébraïque attribue au premier rayon une origine divine. Et dès son éclosion le visage humain, balancé de l'ombre à la clarté au rythme des nycthémères, sentit le conflit qui devait éternellement le crispier et le flétrir.

Dès qu'éveillés du grand sommeil primordial aveugle et sourd, les cinq sens s'ouvrirent au soleil, l'homme connut que la tendance des innombrables vies germinales palpitantes et obscures était de percevoir le monde et le jour. Réservant alors ses moments d'inconscience mortelle et de retour à la matrice primitive pour la nuit, il consacra toute sa divine activité créatrice à la lumière.

Puis, la vie sociale s'organisa et avec elle peu à peu la réglementation des manifestations instructives.

Et les premiers qui voulurent enfreindre ces rudiments de loi demandèrent à la nuit le mystère de son manteau d'ombre. Ainsi sortirent de la clarté accusatrice et de la nuit maléfique les anges de lumière et les princes des ténèbres, les grandes entités qui nous tourmentent, le bien et le mal.

L'homme consacra à la lumière toutes celles de ses passions et de ses facultés actives et affectives qui amèneraient le bonheur universel si la vie était éternelle : la pureté, la vérité.

Les chrétiens ayant reçu le baptême étaient dans la primitive Eglise appelés des illuminés. Illuminés aussi ceux que possède un esprit divin.

L'étincelle du génie et le feu du ciel dérobés par Prométhée.

« Le jugement n'est que la Grandeur de la lumière et de l'esprit » (La Rochefoucauld). « La raison est la lumière éternelle qui éclaire toute les intelligences ».

La Théologie n'appelle-t-elle pas l'intelligence : lumière naturelle ; les vérités divines, lumière révélée ?

L'homme a nimbé de lumière les états surhumains, les transfigurations, les divinités, et aussi simplement les beaux visages.

Car la lumière a créé la beauté en donnant à l'esprit le sens des proportions, en l'empêchant de s'égarer dans le colossal ou le mesquin, puisque « toute perfection s'évanouit au delà des points précis qui la limitent ».

Et ces harmonies des créations sensibles, morales et purement intellectuelles que l'on appelle aussi les civilisations, naquirent et se répandirent sur les bords des mers tièdes sous le soleil.

La lumière devint ainsi peu à peu l'énergie créatrice purifiante et consolante de l'humanité. L'homme plaça ses paradis dans le ciel et la vie éternelle : « Le soleil et la mort ne se peuvent regarder fixement » (La Rochefoucauld).

Face au ciel se modela ainsi le pur visage de lumière de l'humanité.

Mais chaque crépuscule a ramené le visage d'ombre, les nuits hantées par les instincts et les anges des ténèbres. Les choses elles-mêmes confondues dans l'obscurité paraissent retournées au chaos originel. C'est le règne du difforme et de l'incertain « l'empire du louche ». Les harmonies esthétiques et sociales sont rompues et l'homme jouit des passions qui donneraient le bonheur individuel si la vie ne durait qu'un instant : la colère, la luxure, les trahisons.

Ainsi l'humanité a constamment hésité entre les clartés de la raison la plus pure et la confusion des

affects élémentaires et des manifestations instinctives; entre des esthétiques harmonieuses, des mythes lumineux, des systèmes symboliques ou philosophiques et cohérents et des beautés sans discipline, estompée de brumes nordiques, riches d'un beau désordre et de toute l'horreur nocturne : lutte éternelle entre les classiques et les romantiques. Les seuls jeux d'ombre et de lumière ont donné à l'homme ses deux états d'âme essentiels : la joie et la douleur.

Ich will dich lieben, schönsten Licht
Bis mir das Herze bricht !¹

Les œuvres de Chopin les plus empreintes de mélancolie et d'anxiété douloureuse ne sont-elles pas intitulées « *Nocturnes* ».

SCHMIAT-RIMPLER parle du délire et des troubles psychiques constatés dans des cliniques ophtalmologiques où les malades étaient maintenus dans l'obscurité à la suite de graves opérations.

PONCET rapporte un cas de délire nerveux causé par une cécité accidentelle.

*
**

Si l'on peut assez aisément dégager les influences les plus communes de la lumière et de l'ombre il est bien plus difficile de dégager l'action des lumières colorées.

Sans doute connaît-on l'action excitante du rouge. L. DOR a pu déterminer chez des neurasthéniques des

(1) Je veux t'aimer, lumière splendide. Jusqu'à ce que mon cœur se brise. Ouroustow (M.). Mary : Histoire d'une âme.

excitations allant jusqu'au vertige en leur faisant fixer une large surface rouge, tandis qu'avec le vert il n'a jamais pu obtenir ce résultat.

On sait que les Frères Lumière durent changer l'éclairage rouge de leurs ateliers de plaques photographiques, leurs ouvriers présentant des troubles psychiques qui disparurent avec l'éclairage vert.

D'après Ch. FERRÉ les verres colorés et surtout les rouges provoquent un surcroît de travail. D'après R. PISANI la lumière bleue est un excellent moyen d'activer le travail musculaire.

Mais ces observations restent fragmentaires : les actions des lumières colorées sont encore à systématiser car les effets psychiques des couleurs sont très subjectifs. Le jeu des réflexes conditionnels est prépondérant dans ces actions.

« Les couleurs chaudes pourront paraître plus agréables que des froides parce qu'elles évoqueront plus ou moins confusément l'idée de la chaleur, celle de l'été, tandis que les couleurs froides évoqueront celle du froid, de l'hiver. » ¹

La citation d'un sonnet célèbre d'Arthur RIMBAUD montrera mieux que nous ne saurions le faire tout ce qu'il y a d'indiscutable mais aussi d'individuel dans l'action des couleurs.

« ...noir, corset velu des mouches éclatantes
Qui bombillent autour des puanteurs cruelles,

Golfe d'ombre;... (blanc). Candeur des vapeurs et des tentes.
Lance des glaciers fiers, rois blancs, frissons d'ombelles
...pourpres, sang craché, rire des lèvres belles
Dans la colère où les ivresses pénitentes;

(1) G. DUMAS. Traité de psychologie, tome I, p. 388.

... (vert) vibrations divins des mers virides,
Paix des pâtis semés d'animaux... »

Les juxtapositions et les mélanges de couleurs, entraînent des états d'âme complexes encore plus subjectifs.

En résumé, l'action de la lumière sur le psychisme s'effectue suivant deux processus. Le premier, commun à tous les hommes (action excitante du rouge) l'autre dépendant des associations développées chez l'individu par la civilisation à laquelle il appartient (race, climat) et aussi par son éducation.

Cet aperçu montre qu'il n'est pas indifférent de laisser entre les mains d'un décorateur sans instruction psychophysiologique un moyen d'influence aussi puissant sur l'équilibre intellectuel et moral de l'homme.

CHAPITRE III.

L'ECLAIRAGE.

SA PHYSIOLOGIE ET SA PATHOLOGIE

Influence de l'éclairage du plan utile : 1° sur l'acuité visuelle; 2° sur la vitesse de lecture ou de travail; 3° sur la vitesse d'accommodation; 4° sur la vision des couleurs.

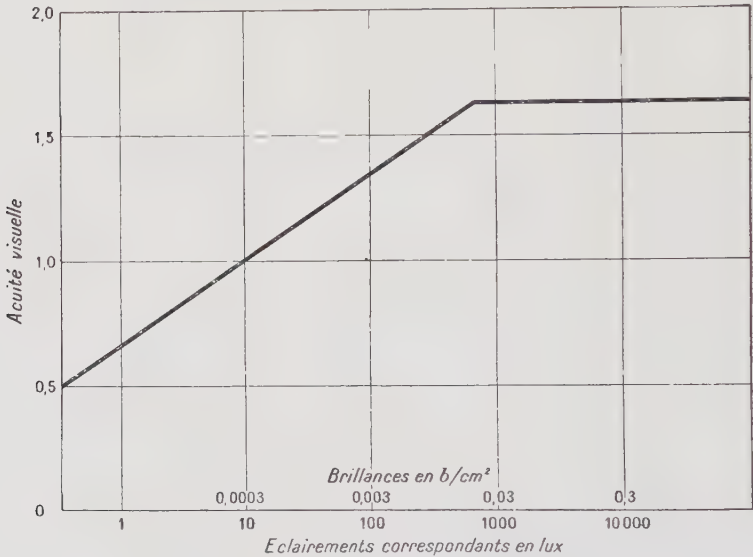
Emile Haas écrit dans un article intitulé « conditions physiologiques de l'éclairage artificiel » :

« Il n'est pas exact en réalité, de dire généralement que l'acuité visuelle soit en rapport avec l'éclairement du plan de travail ou de la lecture. La quantité de flux utilisée par l'œil dépend, en effet, directement de la brillance du fond du plan de lecture, qui dépend elle-même non seulement de l'éclairement, mais encore, dans une formidable mesure, du coefficient de diffusion de ce fond.

« Il est exact de déclarer que l'éclairement nécessaire pour coudre sur une étoffe sombre est supérieur à celui qu'il faut pour coudre sur une étoffe claire, mais cela tient simplement à ce que le fond sombre, très absorbant, a besoin d'un éclairement bien supérieur pour prendre une brillance égale à

« celle du fond clair, peu absorbant, et par conséquent pour permettre la même acuité. »

Si l'on considère une courbe classique représentant les variations de l'acuité visuelle en fonction de l'éclairement, courbe tracée avec l'aide d'un optotype de Snellen par exemple, on y voit que l'acuité nulle pour un éclairement nul, devient égale à l'unité



Variations de l'acuité visuelle en fonction de l'éclairement pour K voisin de l'unité.

pour un éclairement de 10 lux et croît ensuite insensiblement avec l'éclairement.

Il semblerait donc que pour avoir une acuité égale à l'unité il suffirait d'éclairer son plan de travail avec 10 lux.

Malheureusement, la courbe est tracée en considérant un fond blanc, nous ne travaillons pas toujours sur fond blanc et jamais sur fond idéalement

blanc. De plus, nous fait remarquer le même auteur, il y a non seulement des raisons physiques, mais des raisons physiologiques pour employer des éclairagements supérieurs à ceux que pourrait faire prévoir la courbe.

« Les travaux de Broca, Laporte, et Jouast ont
« montré que, si l'on fait lire à un sujet une page de
« caractères de dimension uniforme correspondant
« à son angle limite sous l'éclairément théorique
« déterminé à l'aide de la courbe, la vitesse de lecture décroît rapidement. Autrement dit, le temps
« nécessaire pour lire la seconde ligne est supérieur
« à celui qu'il faut pour lire la première; la troisième demande plus de temps que la seconde, et
« ainsi de suite. Au contraire, si l'éclairément dépasse largement la valeur théoriquement établie, la dernière ligne est lue dans le même temps
« que la première.

« Au surplus, chacun a pu constater la sensation
« de fatigue qui ne tarde pas à accompagner une
« lecture ou un travail exécutés avec une lumière
« qui paraissait, au début, exactement suffisante.

« D'autre part, beaucoup de travaux exigent, non
« seulement une bonne acuité visuelle, et la possibilité d'aller vite en restant dans le même plan,
« mais nécessitent des actes perpétuels d'accommodation. Tel est le travail du linotypiste, dont les
« yeux vont sans cesse aux plans, différemment distants, de la copie, du clavier, et de la ligne fondue.
« Or, il a été démontré que l'accommodation ne
« s'accomplit normalement, c'est-à-dire vite et sans

« fatigue, que pour des éclairements notablement
« supérieurs à ceux qui sont nécessaires pour obtenir
« l'acuité visuelle maximum.

« Il faut donc employer pour toute espèce de tra-
« vaux, en raison des trois ordres de raisons qui
« viennent d'être données des éclairements supé-
« rieurs à ceux qui donnent l'acuité visuelle imitée.
« Ainsi a-t-on pu établir expérimentalement des ta-
« bleaux donnant les éclairements du plan utile
« correspondant à différents travaux.

Nous avons emprunté le tableau suivant à une
publication de la « Société pour le Perfectionnement
de l'Eclairage ».

Eclairement moyen dans les locaux.	Lux	
Salons, salles à manger, chambres	30	
Cabinets de toilette, salles de bains	40	
Bureaux	50	
Lingerie, salles de couture	80	
Vestibules, corridors, débarras, escaliers ...	15	
Cuisines	60	
Eclairement aux emplacements de travail.		
Tables de bureaux	80	
Tables de salle à manger	60	
Travaux de lingerie	150	
Travaux de couture {	étoffes foncées	300
	étoffes claires	120
Travaux industriels {	gros	60
	moyens	100
	fins	200
	très fins	500
Dessin industriel	120	
Dactylographie	80	

On trouvera dans un chapitre suivant l'influence d'un éclaircissement insuffisant sur l'acuité et les troubles de l'accommodation qui en résultent.

Quelques expériences et résultats.

Vitesse de perception :

Ferree et Rand ont opéré sur des anneaux de Landolt et ont étudié le temps nécessaire pour qu'un observateur exercé puisse repérer la position exacte de la fente de l'anneau. Bien entendu, la vitesse obtenue dépend : de l'angle du facteur de réflexion de l'anneau et du facteur de réflexion du fond, et enfin de l'éclaircissement de l'anneau et du fond.

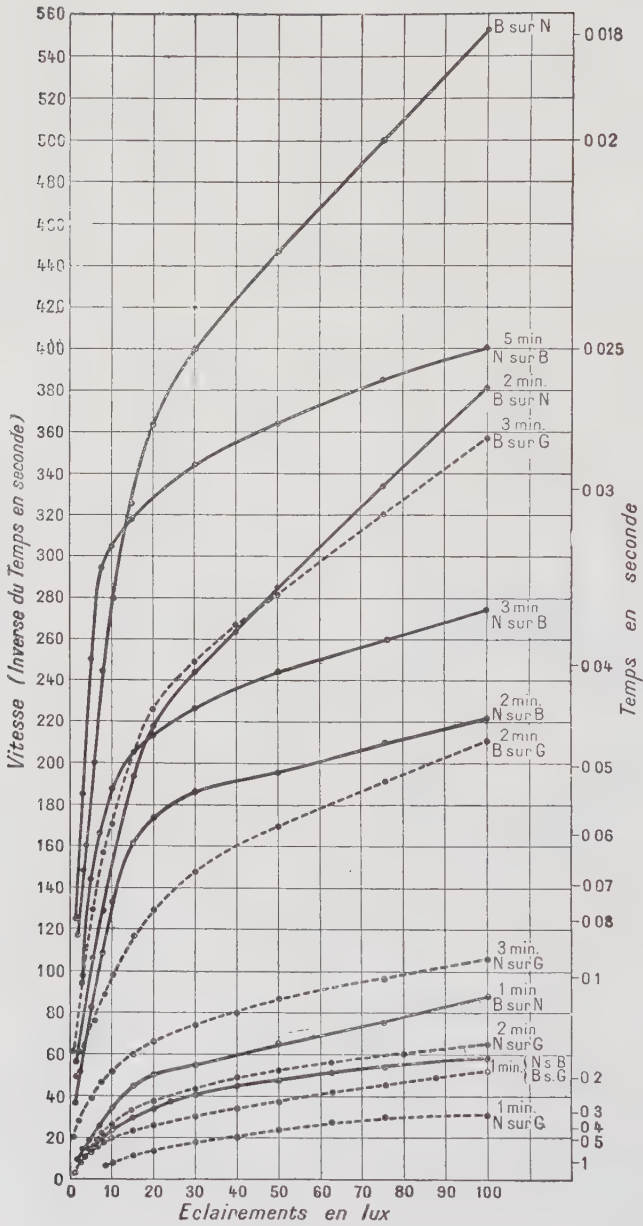


Anneau de Landolt.

La figure résume les résultats obtenus. Sur cette figure, les indications telles que B sur N, N sur G, etc., signifient que les courbes correspondantes ont été obtenues en expérimentant avec un anneau blanc sur fond noir, ou noir sur fond gris, etc. Ces courbes mon-

trrent que les grandes vitesses sont obtenues avec un anneau blanc sur fond noir.

La détermination de la vitesse de perception est d'ailleurs loin de fournir des indications suffisantes sur la vitesse avec laquelle on pourra effectuer une opération déterminée, la lecture d'un certain nombre de lignes par exemple. L'œil doit alors modifier



sans cesse son accommodation. La vitesse d'accommodation joue un rôle très important dans le processus de la lecture, mais comme cette vitesse est très grande, il est extrêmement difficile d'en mesurer les variations : c'est ce qui explique pourquoi cette étude, quoique très importante, se trouve encore dans un état d'avancement peu satisfaisant.

Toutes ces mesures ont été faites sur un œil complètement reposé, de façon à obtenir des résultats comparables. Dans la pratique, la fatigue provenant des travaux antérieurs intervient presque toujours. Ainsi, dans les expériences du Laboratoire Central d'électricité, il a été constaté que, lorsqu'on lisait un texte sous un angle voisin de l'angle limite, la vitesse de lecture descendait rapidement et devenait pratiquement nulle. Les auteurs ont conclu de leurs études que, pour pouvoir lire dans de bonnes conditions un texte donné, il faut voir celui-ci sous un angle triple de l'angle limite : c'est ce qu'on appelle la loi du tiers.

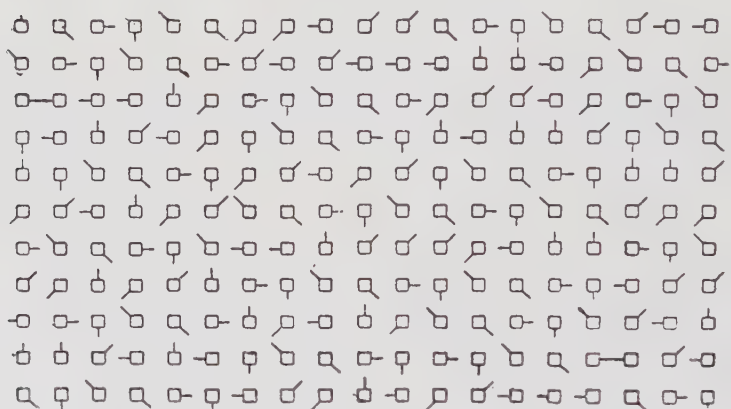
Les travaux qu'un ouvrier a à effectuer dans l'industrie sont généralement plus complexes que la simple lecture et résultent de l'addition ou de la combinaison d'un certain nombre d'opérations simples.

Des essais pratiques ont été faits aux Etats-Unis pour déterminer les relations qui existent entre l'éclairage et la production, tous les autres facteurs restant constants. En chaque cas, l'amélioration de l'éclairage a eu pour résultat une augmentation de la production.

Afin de vérifier scientifiquement ces résultats, des

expériences systématiques ont été poursuivies en France, au Conservatoire National des Arts et Métiers, sous la direction du Docteur Faillie, avec l'appui et la collaboration de la Société pour le Perfectionnement de l'Eclairage. Ces études avaient pour but de mettre en évidence un certain nombre de faits fondamentaux relatifs à l'influence de l'éclairage sur les facultés visuelles.

Des essais préliminaires ont consisté à sélectionner un test permettant d'étudier pratiquement les capacités de travail d'une personne quelconque en fonction de l'éclairement.



Signes utilisés pour le test de barrage.

A cet effet, le sujet examiné était mis en présence d'une feuille couverte de signes, analogue à ceux que montre la figure, et devait barrer pendant un temps donné le plus grand nombre possible de signes de même forme.

On choisissait d'avance deux formes de signes.

bien définies. Le nombre d'erreurs et d'omissions en fonction du nombre total de signes lus, mis en valeur par une formule caractéristique, permettait de déceler la variation d'un certain nombre de facteurs, parmi lesquels l'attention, la réaction psychomotrice, l'acuité visuelle, etc., sous différents éclaircissements.

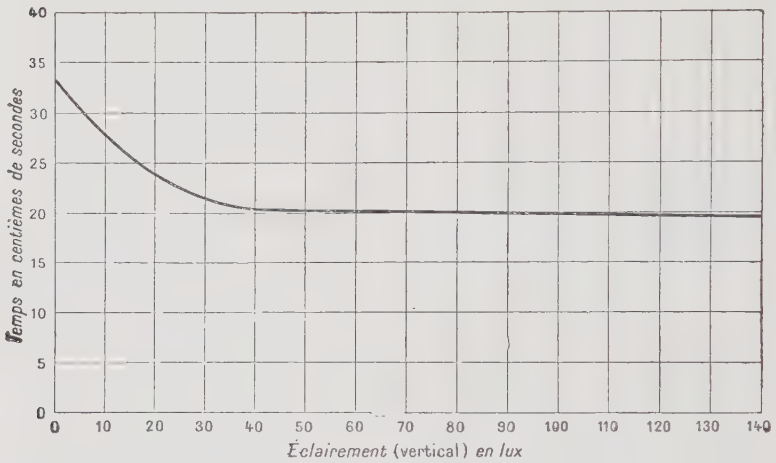
Cet essai montra nettement que le nombre d'erreurs et d'omissions diminue lorsque l'éclaircissement augmente.

Vitesse de réaction psychomotrice :

On a cherché à réaliser un système d'essai élémentaire qui ne mit en jeu que la *réaction psychomotrice visuelle*, c'est-à-dire un essai qui permit de mesurer le temps s'écoulant chez un sujet entre une perception visuelle quelconque et la réaction musculaire qui doit lui succéder.

A cet effet, un chronoscope, composé essentiellement d'une aiguille entraînée à vitesse rigoureusement constante par un moteur synchrone, pouvait être mis en marche par un opérateur au moyen d'un contact électrique et arrêté, au moyen d'un second contact électrique, par le sujet soumis à l'expérience. L'aiguille se déplaçait à raison d'un tour par seconde. Le détail de l'expérience était le suivant : l'opérateur ramenait l'aiguille au zéro, prévenait le sujet de façon que celui-ci concentrât son attention, puis mettait brusquement l'aiguille en marche; dès que le sujet avait perçu le déplacement de l'aiguille, il devait l'arrêter le plus rapidement possible. Le point où s'arrêtait l'aiguille mesurait la durée de réaction psychomotrice visuelle du sujet.

Ces essais furent répétés avec différentes valeurs de l'éclairement, que l'on mesurait verticalement et horizontalement au moyen d'un luxmètre de précision. Pour chaque éclairement, on fit, par sujet, 50 déterminations, ce qui, pour une dizaine de points de la courbe, représentait environ 500 déterminations, on fit ensuite la moyenne des résultats obtenus sur les différents sujets et l'on obtint ainsi une courbe moyenne qui traduit les résultats généraux. Cette courbe est représentée par la figure suivante.



Courbes des durées de réaction psychomotrice en fonction de l'éclairement.

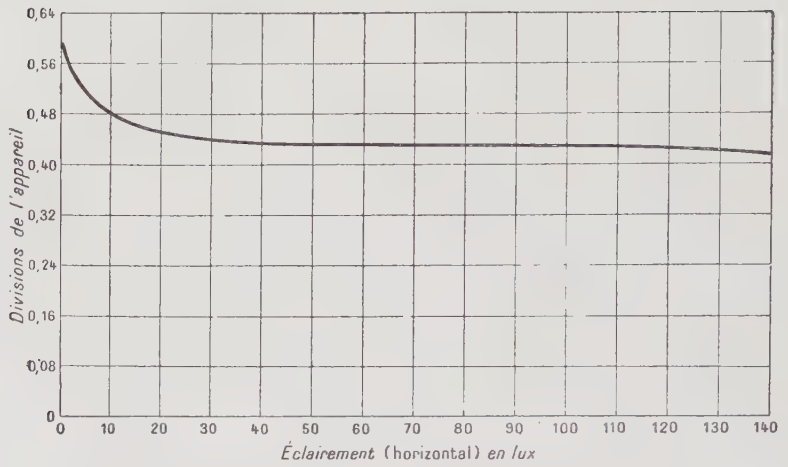
Les résultats des expériences ont montré que la durée de réaction psychomotrice décroît très rapidement, depuis des éclairagements très faibles jusqu'à 30 lux environ (éclairement vertical) : elle passe de 32 à 21 centièmes de seconde. Au delà d'un éclairement vertical de 30 lux (c'est-à-dire environ 60 lux sur une surface horizontale), la durée de réaction psychomotrice décroît encore, mais lentement.

Dans les séries d'essais qui ont fait suite aux précédents, on a déterminé l'influence de l'éclairement sur la *réaction psychomotrice de sélection*, la *dextérité* et le *coup d'œil*.

La première épreuve avait pour objet de mesurer le temps de réaction psychomotrice visuelle de sélection correspondant à la promptitude du sujet à répondre aux nécessités d'une tâche déterminée. Il s'agissait, en l'occurrence, de frapper sur une machine à écrire, la touche correspondant à une lettre aperçue sur un voyant. Les temps nécessaires à la frappe de 70 caractères apparus successivement furent inscrits en fonction de l'éclairement. De 120 secondes pour un éclairage de 2 lux ce temps tombe rapidement à 80 pour 10 lux et décroît lentement à 70 secondes pour 140 lux.

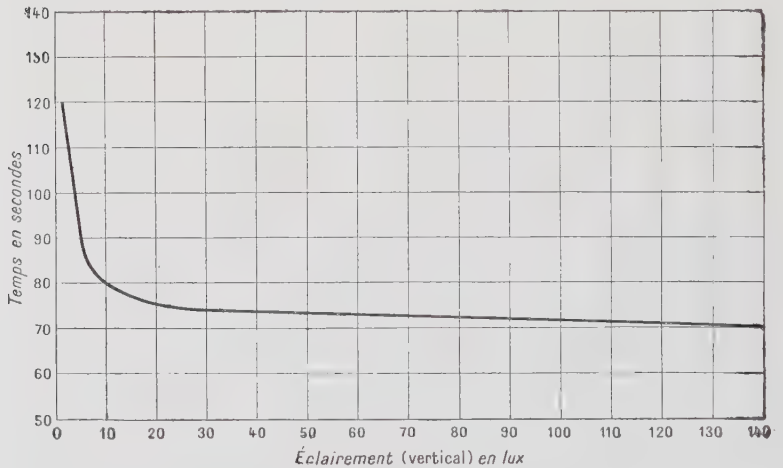
Dans l'essai de dextérité, le sujet devait déplacer une aiguille métallique à l'intérieur de l'angle formé par deux tiges métalliques, en l'approchant aussi près que possible du point de jonction des deux tiges sans que l'aiguille entrât en contact avec l'une d'elles. Tout contact entre l'aiguille et l'une des tiges métalliques fermait un circuit électrique et actionnait une sonnerie. La courbe ci-après donne, pour différentes valeurs de l'éclairement, la distance entre le point où s'est produit le contact de l'aiguille avec l'une des tiges et le sommet de l'angle formé par les deux tiges.

Dans l'essai de coup d'œil, on utilisait le chronoscope précédemment décrit. L'aiguille ayant été préalablement mise en route, le sujet soumis à l'expé-



Courbe indiquant les résultats des essais de dextérité en fonction de l'éclaircement.

rience devait l'arrêter dans une position aussi voisine que possible du zéro. On notait les écarts angulaires (dans un sens ou dans l'autre) de la position de l'aiguille par rapport au zéro. Les résultats peuvent être lus sur la courbe suivante.



Courbe indiquant les résultats obtenus dans les essais de coup d'œil en utilisant différentes valeurs de l'éclaircement.

Ces trois dernières séries d'épreuves ont montré que, aux faibles éclairéments, la moindre augmentation d'éclairement détermine une amélioration importante de la précision dans les mouvements; aux forts éclairéments, cette amélioration de la précision persiste, quoique moins marquée, et est encore suffisamment intéressante pour être recherchée, surtout dans l'exécution de travaux fins et délicats.

Vision des couleurs et influence de l'éclairement sur elle :

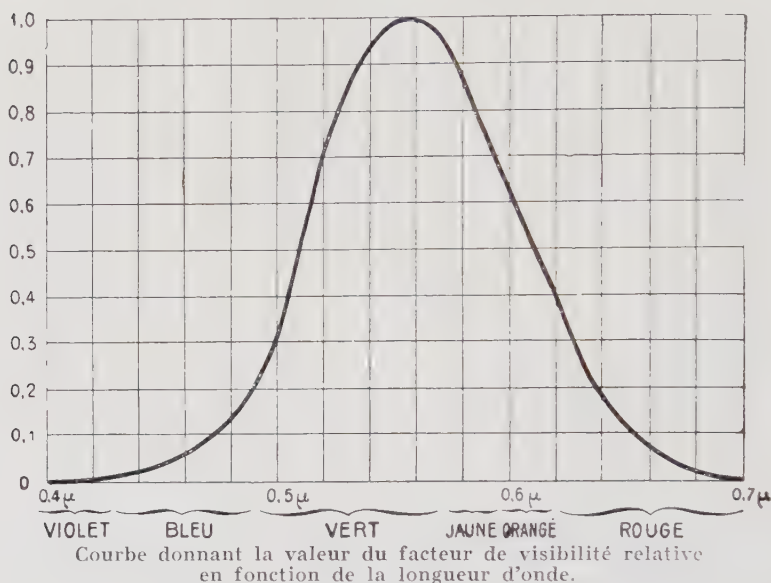
Nous avons la notion de couleur soit en regardant des corps colorés, soit en regardant un spectre lumineux. Dans le premier cas, chaque couleur est physiquement, parfaitement définie, alors que la lumière émise par un corps coloré est complexe.

Broca avec Helmholtz, considère comme blanche la lumière du soleil et dit que la sensation blanche nous est donnée par le mélange des impressions complexes dues à la lumière solaire.

Les différentes radiations n'ont pas la même utilité dans la vision car la sensibilité de l'œil varie beaucoup avec leur longueur d'onde. Il faut pour impressionner la rétine, un minimum d'énergie beaucoup plus grand dans le violet ou le rouge que dans le jaune ou le vert.

Pour chaque longueur d'onde, on peut déterminer la valeur du rapport de l'effet visuel à l'effet calorifique ou énergétique (rapport de l'ordonnée de la courbe spectrale de luminosité à l'ordonnée corres-

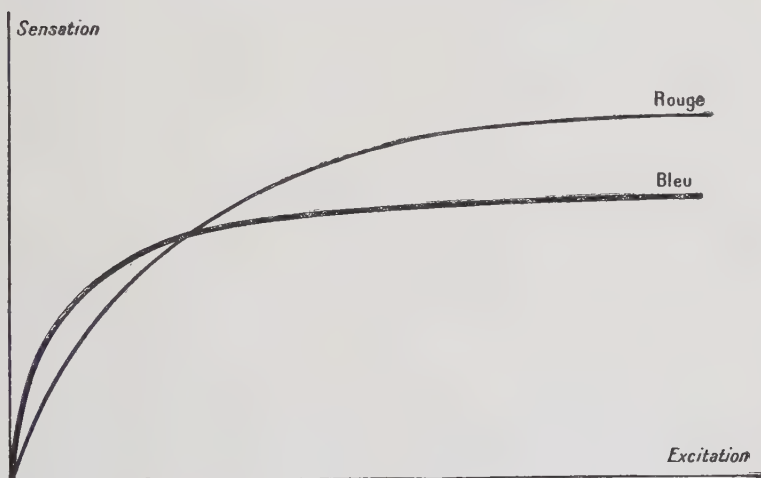
pondante de la courbe spectrale d'énergie); on obtient ainsi le coefficient de visibilité.



Si l'on prend comme unité la valeur du coefficient de visibilité correspondant à la radiation pour laquelle l'œil présente le maximum de sensibilité, on peut exprimer en chiffres décimaux les facteurs de visibilité relative correspondant aux différentes longueurs d'onde. On peut ainsi tracer la courbe de visibilité ou luminosité relative des couleurs.

Phénomène de Purkinje. — Purkinje avait observé le phénomène suivant : lorsqu'on prend deux papiers colorés, l'un rouge et l'autre bleu, ayant le même éclat, et qu'on fait baisser progressivement la lumière blanche éclairante, le papier rouge semble, à basse lumière, plus sombre que le bleu. Helmholtz a expliqué le phénomène par une hypo-

thèse que l'expérience a confirmée depuis. Pour une variation d'intensité objective, le rouge augmentera beaucoup plus ou diminuera beaucoup plus d'éclat que le bleu. Ainsi, au déclin du jour, nous continuons à voir encore les corps bleus, alors que les corps rouges cessent d'être vus. On peut tracer schématiquement les courbes suivantes traduisant le phénomène.



Phénomène de Purkinje. Schéma explicatif.

On peut remarquer, en effet, que les peintres traitent les lointains en bleu et qu'ils voient du mauve dans les ombres. MACÉ DE LÉPINAY n'a-t-il pas écrit la boutade : « La nuit, tous les chats sont bleus ».

Au point de vue éclairage nous concluons à la nécessité d'avoir des éclairagements suffisants, afin d'altérer le moins possible, la couleur des corps qui nous entourent.

De l'éblouissement.

L'éblouissement, dit Emile HAAS, est *l'ensemble des désordres occasionnés dans l'appareil visuel par l'excès ou la mauvaise répartition du flux qui rencontre la rétine, prise dans un état donné d'adaptation.*

Ces désordres consistent dans la perturbation des fonctions élémentaires de la rétine que l'auteur examine tout d'abord. Il les divise en deux groupes. Le premier comprenant la sensibilité lumineuse brute, la sensibilité différentielle et le sens des formes ou acuité visuelle. Le deuxième constitué seulement par l'adaptation plus directement liée au phénomène d'éblouissement.

— 1^{er} GROUPE DES FONCTIONS ÉLÉMENTAIRES DE LA RÉTINE :

La sensibilité lumineuse brute : est la possibilité de percevoir l'existence de la lumière. Elle a pour mesure l'inverse du seuil lumineux brute ou brillance minima perceptible à l'œil.

La sensibilité différentielle : est la possibilité de percevoir les différences de brillance entre les objets extérieurs. Elle a pour mesure la fraction différentielle qui exprime en fonction de la brillance d'une première plage la plus petite différence de brillance nécessaire pour qu'une seconde plage contiguë à la première soit perçue différemment. La valeur moyenne normale est environ 1/100.

Le sens des formes ou acuité visuelle : est souvent

nommée par sa définition : pouvoir séparateur de l'œil. Il est mesuré par l'inverse de l'angle minimum sous lequel deux points lumineux peuvent encore être perçus séparément. Cet angle de 1 minute environ a fixé l'unité.

— 2^e GROUPE DES FONCTIONS ÉLÉMENTAIRES DE LA RÉTINE :

L'adaptation est une fonction spécialement destinée à modifier la délicatesse des fonctions du premier groupe en la proportionnant à tout instant à l'intensité de l'excitant.

C'est à elle que le sens de la vue doit son extraordinaire souplesse. Nous percevons des brillances de l'ordre de $1/1000.000.000$ de bougie par centimètre carré et notre vue résiste pendant une courte durée à la brillance directe du soleil qui est de 150.000 bougies par centimètre carré.

La constriction pupillaire n'est qu'un phénomène de défense qui diminue la grandeur de l'excitant, mais n'intervient pas dans la sensibilité de notre rétine.

L'adaptation est un ensemble complexe de phénomènes dont on a pu cependant isoler trois groupes élémentaires.

Phénomènes chimiques : Notre rétine constituée classiquement par 9 couches de cellules, dont l'épaisseur totale est de quatre dixième de millimètre, contient dans le segment externe des bâtonnets, un pigment que l'on nomme pourpre rétinien ou érythrop-sine. Ce pigment se rapproche de la nature des pig-

ments biliaires et jouit, comme ceux-ci, mais à un degré supérieur, de la propriété de se décolorer sous l'influence de la lumière (observations de FRANTZ BOLL, 1876). Avec certaines précautions, on peut produire sur la rétine de véritables photographies (optogrammes). Ces impressions ne sont d'ailleurs pas durables, car les pigments plus ou moins détruits se reconstituent.

La destruction de l'érythropsine est en rapport avec la quantité d'énergie lumineuse dépensée sur les bâtonnets, c'est-à-dire, à l'éclairement de l'image rétinienne. Quand cet éclairement ne varie qu'entre des limites non excessives, il se produit une suite d'équilibres instantanés entre la quantité détruite et la quantité reconstituée.

Quand l'éclairement de l'image rétinienne est intense, le pigment se détruit plus qu'il ne se refait, et les sensibilités de l'œil sont moins délicates. Quand la rétine est soumise à une lumière faible ou nulle, le taux du pigment s'élève et la sensibilité devient maximum, notamment la sensibilité lumineuse brute. La sensibilité différentielle et le sens des formes gagnent incomparablement moins par ce moyen. Tel est le seul processus photochimique de la rétine connu chez l'homme.

Phénomènes physiques : Le contact des cônes et bâtonnets avec l'épithélium pigmentaire est si intime que ceux-ci laissent sur lui des dépressions en forme de calices, dont les bords saillants constituent de véritables prolongements entre cônes et bâtonnets. Ces petits manchons partiels réduisent la por-

tion de la surface cellulaire susceptible d'être impressionnée par la lumière. Ces manchons montent plus haut autour des cellules sensorielles dans les rétines placées à la vive lumière que dans celles placées à l'obscurité. Ces constatations faites sur des coupes nous rappellent les mouvements des cellules pigmentaires en général.

Il faut ajouter à ce phénomène mécanique un rôle d'absorption et de transformation lumineuse du manchon pigmentaire.

Phénomènes physiologiques : Chaque cellule sensorielle de la rétine, cône ou bâtonnet, est en contact par ses prolongements avec deux cellules nerveuses dont les prolongements sont des fibres du nerf optique. Les fils ou éléments d'impression et de conduction ainsi constitués ne sont pas indépendants les uns des autres. Ils sont reliés entre eux aux différents étages par des cellules d'association.

C'est au jeu des prolongements de ces cellules qui connectent ou déconnectent entre eux les éléments de la rétine qu'est dû le 3^e phénomène connu de l'adaptation. Ces suppositions, d'après HAAZ, ne constituent qu'un cas particulier d'une hypothèse généralement admise à la suite des travaux anatomiques de RAMON Y CAJAL. C'est à BROCA que nous devons d'avoir appliqué cette hypothèse aux cellules d'association de la rétine.

L'ensemble de ces phénomènes élémentaires permet à tout instant à la rétine de se mettre en équilibre avec les variations du milieu. Quand l'excitant est trop fort ou trop faible, ces états de déséquilibre

se révèlent non seulement par une réduction ou une exagération des sensibilités de l'œil, mais par des phénomènes de gêne ou de douleur. L'équilibre se trouverait bien vite réalisé s'il ne s'agissait que d'un processus physique et physiologique, mais le processus photochimique exige une durée notable qui nous permet de nous rendre compte et de souffrir immédiatement quand nous sommes éblouis.

L'éblouissement peut se produire dans bien des circonstances différentes. La distinction entre éblouissement direct et indirect ne nous intéresse pas plus que la distinction entre source primaire et secondaire. Ce qui intéresse l'éclairagiste, c'est la distinction fondamentale entre éblouissement successif et simultané.

A. — L'éblouissement est dit *simultané* lorsqu'une partie de la rétine ou sa presque totalité étant éclairée moyennement, il existe en une ou plusieurs autres parties, des images trop éclairées.

Le mécanisme en est le suivant. Les parties sur-éclairées deviennent le point de départ d'excitations inhibitrices se propageant à la rétine entière, dont elles émoussent les sensibilités élémentaires. Il ne s'agit certainement pas d'un étalement de la destruction photo-chimique, mais il se peut, au contraire, que l'on ait affaire dans une certaine mesure à une extension du processus physique de la désadaptation (mouvement des cellules de l'épithélium pigmentaire) car, bien que physique dans son action, il est physiologique dans son mécanisme et peut se propager de proche en proche. Mais, pour

HAAS, il s'agit surtout, d'une extension du processus proprement physiologique, ou nerveux de l'adaptation, c'est-à-dire d'un ensemble de déconnexions dues aux rétractions des prolongements cellulaires des cellules d'association transversale.

Les phénomènes de contraste simultané auraient un mécanisme surtout nerveux et en quelque sorte réflexe. Nous pouvons citer ici de nombreux exemples de tels phénomènes. Lorsqu'une personne se plaint pour son travail d'avoir un « faux jour » c'est qu'une source gênante et supplémentaire intervient. De même lorsque l'œil reçoit le flux réfléchi par certains objets, soit régulièrement (miroirs, métaux polis, verre, etc.), soit irrégulièrement (bois vernis, papier couché ou glacé, etc.).

Pour bien faire saisir les effets de l'éblouissement, M. Robert de VALBREUZE dans une conférence à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures recommande les expériences suivantes :

I. Par une belle journée d'été, sous un soleil dur comme celui de midi, regardez un paysage éloigné (dans lequel il n'y ait pas que des arbres, bien entendu) : par exemple, regardez la côte, vue d'un bateau. Vous ne distinguerez pas beaucoup de détails. Mettez alors une paire de lunettes fumées : aussitôt, vous apercevrez une quantité de détails qu'il vous était impossible de voir auparavant et vous éprouverez la même sensation que si vous faisiez usage de jumelles. Il s'agissait ici d'un phénomène d'éblouissement simultané calmé par l'élimination des fortes brillances.

II. Supposez que vous lisiez dans un fauteuil ou dans votre lit, en tenant votre livre incliné, et qu'une lampe, placée sur une table en face de vous, se trouve allumée. Vous ne vous en apercevez pas et n'y prêtez aucune attention : vous n'avez pas le sentiment que cette lampe vous incommode. Or, si quelqu'un vient à l'éteindre, vous éprouvez exactement la même sensation que si l'on venait d'allumer derrière vous une lampe supplémentaire éclairant votre livre. Inversement, si l'on rallume la lampe de la table, il vous semble qu'on vient d'éteindre la lampe supplémentaire et vous avez l'impression de ne plus y voir suffisamment clair.

L'explication de ces faits est simple. Le facteur fondamental de la vision est l'éclairement de l'image formée sur la rétine. Quand l'œil est ébloui, la pupille se contracte, le flux lumineux admis dans l'œil est réduit, l'éclairement de l'image formée sur la rétine se trouve diminué, la rétine elle-même se défend et réduit automatiquement sa sensibilité et la vision n'est plus bonne.

B. — L'éblouissement est dit *successif* lorsqu'il est dû à la production successive, sur une partie plus ou moins étendue de la rétine, de deux éclairagements trop différents. C'est ce qui arrive lorsque le regard, préalablement attaché à la feuille d'écriture, vient à rencontrer le filament d'une lampe à incandescence. Il se produit une désadaptation aiguë dans le siège rétinien de l'image de la source. En revenant à sa feuille, l'observateur constate l'image accidentelle négative de la source. Cette image dure,

tant que l'équilibre photochimique n'est pas rétabli dans la rétine.

Nous avons écrit *image accidentelle négative*, nous pouvons ajouter *sur fond clair* car la portion de rétine correspondant à cette image demeure moins sensible à la lumière que les autres portions de la rétine, qui ont été ménagées, d'où résulte la sensation de gris relatif qu'on observe.

Réciproquement, on conçoit que, si l'on fixe pendant un certain temps une petite surface noire sur fond très clair et si l'on regarde ensuite un papier noir, on y puisse voir une image accidentelle claire sur fond obscur.

Un autre type d'image accidentelle est plus difficile à interpréter; c'est l'*image positive sur fond obscur*.

Lorsqu'on plonge le regard dans l'obscurité après avoir fixé une source très brillante, on perçoit généralement, au bout de quelques secondes, une image lumineuse sur fond sombre. Ce phénomène est poussé à l'extrême lorsqu'un automobiliste conduit sur route la nuit. Sa rétine étant adaptée pour des éclaircissements très faibles reçoit tout à coup le flux lumineux très violent des projecteurs d'une voiture venant en sens inverse. Nous connaissons le danger de telles rencontres et l'existence du phare code pour l'éviter.

L'éblouissement successif peut être provoqué par le passage rapide d'un milieu peu éclairé à un milieu très éclairé, par exemple par l'allumage brusque d'une salle de cinématographe. Inversement, ce

phénomène se manifeste souvent, et ordinairement sans que l'on s'en rende compte quand on travaille dans une pièce sombre sur une machine ou un bureau éclairé par une lampe portative. De même lorsqu'on lit des feuillets seuls éclairés dans une chambre obscure. Les mouvements inconscients de l'œil portent alternativement le regard de la page brillante du plan du travail à l'entourage sombre de la pièce et produisent ainsi une fatigue.

Au point de vue pratique, nous pouvons indiquer que les phénomènes d'éblouissement sont d'autant plus intenses :

- que la source lumineuse a une brillance plus élevée;

- que cette source est plus près de l'œil ou plus près de l'axe de vision;

- que, pour une brillance donnée et une position déterminée de la source, celle-ci produit un flux lumineux plus grand;

- que le contraste est plus prononcé entre la brillance de la source et celle du fond sur lequel elle se détache.

Il est donc nécessaire :

- de réduire la brillance des sources lumineuses au moyen d'enveloppes diffusantes, dont il sera question plus loin, ou de masquer ces sources par des dispositifs appropriés;

- de placer les appareils d'éclairage loin de l'œil et, le plus possible, hors du camp visuel correspondant aux travaux habituels;

- de réduire le contraste entre les foyers lumineux

et le fond sur lequel on les aperçoit, et, pour cela, d'utiliser sur les murs et les plafonds des peintures ou des revêtements suffisamment clairs pour que la brillance en soit relativement élevée.

L'éblouissement étant le résultat d'un excès d'excitation, il paraît raisonnable de ne pas chercher à l'éviter entièrement dans les cas où le facteur psychologique joue un rôle important et parfois essentiel, lorsque l'on désire placer l'individu dans un état exceptionnel, étant entendu que cet individu n'a aucun travail effectif à accomplir dans ces conditions; je veux parler de l'éclairage de salons, théâtres, magasins, salles de fêtes, dancing, etc. Dans d'autres cas, au contraire, où l'on désire placer l'individu dans une atmosphère particulièrement calme, permettant une attention soutenue, on pourra être amené à pousser le souci d'éviter les excitations violentes bien au delà de ce qui serait nécessaire pour qu'aucune altération mesurable des facultés, ni aucune sensation de gêne n'apparaissent. Dans l'éclairage des salles de musique il faut éviter que toute cause d'éblouissement, même à peine perceptible, ne détourne l'attention.

Lorsque nous nous adressons à la foule des malades, les effets de l'éblouissement sont évidents. Toute personne ayant soigné un malade a senti la nécessité de protéger les yeux de celui-ci contre des sources lumineuses éblouissantes en masquant les lampes par des écrans improvisés qui diminuaient de façon certaine l'efficacité de la source lumineuse, mais présentaient au moins l'avantage de soustraire

les yeux du patient à des foyers d'un éclat insoutenable.

Enfin, un éblouissement intense, ou un éblouissement faible, mais auquel l'œil se trouve soumis pendant un long laps de temps, n'est pas seulement susceptible de diminuer les facultés visuelles ou de provoquer une gêne, une fatigue et même souvent une douleur. Il peut occasionner la cécité pour une période de temps plus ou moins longue. Ainsi, après avoir fixé le soleil sans interposition de verres absorbants ou avec des verres insuffisamment absorbants, l'œil peut éprouver une cécité permanente de la région de la rétine intéressée (fovéa), d'où résulte une impossibilité de distinguer les détails des objets.

On peut rapporter aux phénomènes d'éblouissement les maladies oculaires dont nous croyons devoir donner ici un aperçu.

Ophtalmie des neiges.

L'ophtalmia nivalis est la forme la plus importante de l'affection cornéenne due à l'ultra-violet solaire.

Les soldats de Xénophon avaient les yeux « abîmés par la neige » (Anabase, livre IV, ch. V).

Un médecin des troupes piémontaises dut protéger les yeux de ses soldats par des lunettes improvisées avec des coquilles de noix percées au centre d'une petite ouverture.

Les explorateurs polaires, Nansen et Shackleton signalent que les Esquimaux, les Lapons protègent

leurs yeux avec des appareils de corne ou de bois.

Etiologie : L'ophtalmie des neiges est consécutive à l'action du soleil réverbéré sur les champs de neige et de glace. Cette action croît avec l'altitude où les ultra-violets solaires sont plus intenses parce que moins filtrés. D'après PECH, il faudrait mentionner l'absorption des infra-rouges solaires par la vapeur d'eau, ce qui expliquerait la fréquence des ophtalmies graves au début de l'été avant la fonte des neiges.

Symptômes : Ce sont ceux des photophtalmies d'origine actinique. Ce qu'il y a de caractéristique, c'est la latence des phénomènes. Ce n'est que quelques heures après l'exposition à la lumière vive, que le malade éprouve une sensation violente de cuisson au niveau des membranes extérieures de l'œil. La cornée est surtout le siège de phénomènes douloureux intenses avec photophobie, larmoiement, blépharospasme réflexe, et névralgie ciliaire.

A l'examen, on ne constate qu'une grosse réaction inflammatoire des conjonctives. La seule lésion est la desquamation de l'épithélium antérieur de la cornée. La mise à nu de terminaisons nerveuses se traduit cliniquement par la douleur.

Pronostic et traitement : L'affection est généralement bénigne. Quelques cas graves, avec troubles visuels et photophobie persistants ont été publiés (GALLI-VALÉRO). Le traitement consiste surtout à rassurer le malade et à le calmer par l'application de compresses froides sur les yeux. Des instillations de cocaïne ont été parfois nécessaires lorsque les phénomènes douloureux étaient trop intenses.

Ophtalmie des artistes de cinéma.

Cette affection qui atteint non seulement les artistes, mais toutes les personnes exposées dans un studio aux intensités lumineuses énormes des « Sun-lights », est une photophtalmie électrique.

Son étiologie se résume dans les renseignements suivants qui nous ont été transmis par un studio parisien.

Sources lumineuses utilisées dans les studios : Elles se divisent en trois catégories : Lampes à arc. Ampoules électriques à grande puissance. Ampoules électriques à moyenne puissance.

— Les lampes à arc sont généralement contenues dans des projecteurs dont le plus gros et le plus dangereux pour les yeux, est le « 300 ampères ». Il sert à éclairer les scènes d'extérieur ou les grandes scènes d'intérieur, au studio. On utilise également les « 150 ampères », « 80 ampères », « 60 ampères ».

Tous ces projecteurs sont munis à l'intérieur de miroirs à facettes ou de miroirs pleins. Le miroir plein sert à régler le faisceau lumineux émis dans sa forme et sa direction. « Il suffit de regarder par inadvertence pendant un instant l'ouverture d'un projecteur de 300 ou 150 ampères pour que le soir les yeux soient assez sérieusement enflammés ». C'est que ces deux projecteurs ne sont pas munis de diffuseurs.

Le 80 ampères est appelé « Le Wener ». Il est toujours muni d'un diffuseur en verre, genre verre lumière. Il sert à éclairer les artistes individuelle-

ment avec des intensités variables. Le 60 ampères est du même usage. Il arrive quelquefois que l'on sorte du projecteur, l'arc proprement dit, et que l'on pose celui-ci à découvert sur un objet quelconque. On se sert pour cela du « 60 ampères ». « Ceci est très dangereux pour l'électricien chargé du réglage et il arrive fréquemment que son visage desquame le soir même ». Les gros projecteurs sont toujours placés assez loin des artistes car le foyer des réflecteurs où l'on peut enflammer une feuille de papier est à 5 et 7 mètres de l'arc. Ce foyer est appelé point d'ignifugation.

— Les ampoules électriques à grande puissance sont utilisées dans des projecteurs à miroirs qui se divisent en 3 catégories : le kilowatts, le 5 kilo, le 10 kilo. D'après les artistes, ils ne sont pas dangereux pour l'œil, mais produisent surtout le compte de soleil électrique. Ils sont presque toujours munis de diffuseurs à verre ou à mousseline, pour que l'œil ne soit pas gêné. Ils sont en effet placés avec les « Wener » sont près des acteurs, derrière la camera. On en augmente le nombre lorsqu'ils sont munis de diffuseurs qui absorbent une partie de l'intensité lumineuse émise par la lampe.

— Les ampoules électriques de petite puissance sont de 1000 et 2000 bougies. Elles sont placées dans des plafonniers par groupes de 4, 8 ou 12. On les groupe également dans une « casserole » (sorte de diffuseur rectangulaire). Il arrive fréquemment que l'on place ces « casseroles » près des acteurs afin de les éclairer puissamment et la chaleur dégagée est

telle qu'au bout de quelques minutes, le corps est inondé de sueur, même en restant immobile.

La photographie que nous donnons a été prise au cours d'une petite scène. 7 projecteurs analogues à ceux qui sont visibles assuraient l'éclairage. Mais



Une scène au studio.

lorsque le décor est très grand le nombre de bougies braquées sur les acteurs dépasse l'imagination.

« Tous les machinistes du studio et surtout les électriciens ont les yeux plus ou moins malades. Les artistes sont moins atteints grâce aux écrans

diffuseurs. Ils sont surveillés et soignés rapidement et on éteint plus souvent entre les scènes. Les machinistes doivent porter des lunettes ».

La symptomatologie, le pronostic et le traitement de ces photophtalmies sont les mêmes que ceux étudiés précédemment. Il a été signalé des cas graves de Kérato conjonctivite qui ont obligé des artistes à abandonner leur carrière. On a pu observer des cas de cécité, fort rares d'ailleurs. Il s'agirait alors de décollements de la rétine que l'on rencontre également chez des photographes éblouis par des « éclairs de magnésium ».

Les mêmes accidents étaient observés chez les ouvriers travaillant à la soudure autogène. Actuellement ces ouvriers se protègent les yeux et le visage à l'aide de lunettes et de masques.

On peut ajouter à ces faits, les troubles visuels après observation d'éclipses à travers des verres mal fumés.

La cataracte des verriers.

Nous nous bornerons pour cette affection à donner des conclusions de la thèse de RAMNOUX.

« Dès la fin du XVIII^e siècle, une série d'auteurs signalent l'intensité de la chaleur et de la lumière comme cause de la cataracte.

« La cataracte des verriers se manifeste par une opacification du cristallin siégeant au pôle postérieur, sous la capsule postérieure.....

« L'évolution de cette cataracte est très longue : ce

n'est qu'après une exposition continue d'une dizaine d'années au feu que se produit l'opacité centrale, et le verrier n'accuse de trouble visuel qu'après une vingtaine d'années de travail.

« La pathogénie de la cataracte des verriers a été très discutée. Il y aurait une action prépondérante des rayons infra-rouges, mais aussi une action combinée des radiations caloriques et lumineuses du verre en fusion, jointes à des dispositions individuelles.....

« Au point de vue prophylaxie, cette cataracte professionnelle peut et doit être évitée dans l'industrie moderne, où l'homme actuellement est remplacé par la machine et le souffleur par le mécanicien.

Myopie du travail due à un éclairage insuffisant.

Un mauvais éclairage n'est pas seulement susceptible d'entraver la bonne exécution d'un travail déterminé; il peut, à la longue, provoquer de graves troubles de la vue et ceci plus particulièrement chez les enfants.

La myopie n'est presque jamais congénitale : elle est généralement occasionnée par le travail scolaire. Voici ce qu'écrivait JAVAL à ce sujet, dans sa *Physiologie de la lecture et de l'écriture* : « Il m'a paru nécessaire de faire ressortir la faible importance du rôle joué par l'hérédité dans la production de la myopie, car si l'hérédité exerçait une action prépondérante dans l'affaire, nous aurions peu de chances

d'obtenir des résultats considérables en nous occupant de modifier l'influence du milieu et celle du sujet. » — MAY, aboutit aux mêmes conclusions dans son Manuel des Maladies de l'œil : « Les causes déterminantes de la myopie sont en rapport avec les exigences de la civilisation et de l'éducation qui nécessitent l'emploi de la vision rapprochée. Elle est rarement congénitale, quoique son développement reconnaisse souvent un facteur héréditaire. C'est une anomalie acquise qui commence au premier âge quand, pendant la période du développement on fait un usage excessif des yeux pour des travaux rapprochés. Le travail exagéré, avec exercice extérieur insuffisant, la lecture des caractères imprimés fins ou indistincts, l'éclairage faible..... la construction défectueuse des pupitres sont les causes les plus fréquentes de la myopie ». « L'éclairage sera bon, ni trop vif, ni trop sombre; le myope évitera de lire à la brume ou avec un éclairage faible; le travail fait à la lumière artificiel sera limité ». Tout le monde sait que les intellectuels, ainsi que toutes les personnes qui ont à effectuer un travail à faible distance, ont une tendance plus marquée à la myopie. Dans la brochure « Lumière et Vision » éditée par la « Société pour le perfectionnement de l'Eclairage » on trouve les chiffres suivants correspondant à l'examen de 7.000 conscrits danois :

	Myopes
Etudiants	32 %
Employés de bureau	16 %
Artistes	13 %

Tailleurs, cordonniers	12 %
Ouvriers (gros travail)	5 %
Agriculteurs	2 %

On constate que plus le travail est fin et plus l'individu l'exécute à la lumière, plus cet individu a de chances de devenir myope.

Le mauvais éclairage force l'observateur à rapprocher l'objet de l'œil afin que son image sur la rétine, qui n'est pas assez lumineuse, devienne plus grande pour permettre d'utiliser une acuité insuffisante. Il s'ensuit un effort de convergence provoquant un allongement permanent de l'œil qui devient myope.

Nous trouvons dans le Manuel de MAY : « La cause de l'allongement du globe oculaire est attribuée : 1° à la pression des muscles extra-oculaires pendant la convergence excessive; elle fait bomber le pôle postérieur, qui est la partie la moins résistante du globe oculaire; 2° à la congestion, à l'inflammation, au ramolissement des enveloppes du globe oculaire, qui s'ajoutent à l'augmentation de la tension produite par la plénitude des veines de la tête; cette réplétion est due elle-même aux postures vicieuses. »

JAVAL écrit encore : « Si l'on compulse les statistiques, on est conduit à admettre que la myopie, rare chez les très jeunes enfants, débute habituellement vers l'âge de 8 à 10 ans et commence par être légère; j'ai d'ailleurs vérifié le fait en France, en examinant la vue de nombreux enfants dans plu-

sieurs écoles primaires publiques et dans deux grands établissements libres d'enseignement secondaire. C'est donc pendant le premier âge scolaire qu'il faut apporter le plus grand soin à empêcher les enfants de s'approcher trop de leurs livres et de leurs cahiers, et c'est pour leur en faciliter les moyens qu'il importe de veiller à l'éclairage des classes, à la bonne impression de livres, et à la disposition convenable des tables et des bancs ».

Nous avons pu interroger nos camarades. Sur une collectivité de 172 étudiants nous avons pu noter :

123 vues normales;

49 cas de myopie dont :

5 survenus au-dessous de 10 ans,

36 — entre 10 et 16 ans,

8 — après 16 ans.

Il semble donc que le travail intellectuel (lecture), s'associe à la puberté pour déterminer ou aggraver la myopie.

DEUXIÈME PARTIE

L'éclairage naturel et artificiel

CHAPITRE IV.

LA TECHNIQUE DE L'ECLAIRAGE NATUREL

Le soleil et les habitations.

L'ensoleillement est pour l'habitation humaine le facteur capital. Son problème comporte deux points importants : le choix de l'orientation de la maison et la disposition des ouvertures pratiquées dans les murs.

Il faut construire les maisons avec leur grand axe voisin du Nord-Sud pour que, toutes leurs fenêtres soient exposées à la radiation solaire directe, toute l'année et le plus longtemps possible. C'est là une conception inattaquable : AUGUSTIN REY a fait une étude technique très étendue basée sur les données astronomiques les plus rigoureuses afin de déterminer les conséquences que de tels principes introduisent dans les lignes fondamentales du plan des agglomérations de leur tracé, sur l'orientation et la largeur des voies publiques, sur le lotissement des terrains, sur les formes et les hauteurs des constructions et jusqu'aux moindres dispositifs intérieurs des habitations.

« Les conséquences de l'ensoleillement rigoureux
« de toutes les alvéoles de la cité apportent des mo-
« difications fondamentales dans l'art de bâtir les
« villes et leurs banlieues et révèle une science qui

« n'est qu'à ses débuts et qui, demain, devra sauver de la déchéance physique et morale prématurée des millions d'êtres humains.

Les rapports entre le soleil et les habitations se présentent dans des conditions précises. Le soleil est une puissance devant laquelle l'homme est obligé de se plier comme devant un pouvoir supérieur immuable. Ainsi donc les conditions d'éclairage des bâtiments qui dépendent du soleil sont d'une intransigeance absolue et le produit de l'homme qu'est l'habitation doit se subordonner entièrement aux données fournies par le cours du soleil.

**Les formules d'orientation solaire;
l'axe héliothermique :**

Les éphémérides astronomiques relèvent la position que le soleil occupe dans le ciel aux divers instants de la journée et aux différentes époques de l'année. Des diagrammes sont établis pour chaque point du globe et constituent ce que l'on pourrait appeler la Charte fondamentale permettant de déterminer, suivant l'orientation des voies publiques et leur largeur, la hauteur de bâtiments riverains en rapport avec l'éclairage de leurs façades.

« Le principe adopté, d'une rigueur absolue, est
« que le 21 décembre, le jour le plus court de
« l'année, les rayons du soleil viendraient frapper
« pendant une heure au moins, alternativement sur
« les deux façades opposées, la base de chaque construction ».

Ainsi sera assuré, pendant toute l'année, l'ensoleillement absolu et, dans toute leur hauteur, des deux façades opposés de tous les bâtiments. On peut juger par là de l'importance capitale de l'application de ces principes astronomiques.

Au moyen de graphiques établis pour chaque ville, on peut fixer la durée théorique d'insolation pour chaque mois de l'année, ainsi que le pourcentage d'insolation suivant l'orientation des façades. Il en résulte que, si le grand axe des bâtiments est Nord-Sud, les grandes façades Est et Ouest recevront matin et soir le maximum d'ensoleillement.

Mais il faut tenir compte de l'héliothermie, c'est-à-dire de la quantité de chaleur que reçoivent ces façades et que modifie la qualité de cet ensoleillement. Les observations des Bureaux Météorologiques permettent d'établir, pour un grand nombre de pays, les courbes thermiques moyennes correspondant pour chaque année à un instant quelconque de la journée.

« On pourra ainsi, en combinant la durée de l'insolation avec la température moyenne, créer une valeur proportionnelle à la fois à la durée de cette insolation et à la température moyenne qui a régné pendant cette durée.

Ces deux éléments, soleil et chaleur ambiante combinés, constitueront ce que AUGUSTIN REY appelle la valeur héliothermique. Sous l'influence de la température, plus élevée l'après-midi que le matin, la déviation de l'axe d'ensoleillement absolu qui est Nord-Sud se trouve portée à l'Est. L'axe thermique est ainsi dévié à l'Est de l'axe lumière.

Appliqués à Paris, ces calculs firent l'axe héliothermique à 19 degrés Est de la ligne Nord-Sud.

Il faut donc tenir compte de ces données pour le tracé des futurs lotissements de quartiers de villes si l'on veut que les habitations alignées parallèlement aux rues soient convenablement éclairées. Pour tracer une rue de largeur et d'orientation convenable, il faut tenir compte de la latitude du lieu, de la hauteur des bâtiments riverains et de l'angle que forme cette rue avec le méridien.

« L'immeuble insalubre n'est pas seulement celui
« où manquent l'eau, les évacuations des eaux usées,
« les canalisations sanitaires essentielles, les distributions pratiques des locaux permettant l'aération
« abondante, mais celui dans lequel, en premier lieu,
« les rayons du soleil ne peuvent partout pénétrer.

« Le facteur essentiel déterminant la valeur sanitaire d'un immeuble et par conséquent demain,
« nous espérons, sa valeur vénale, est donc avant
« tout dans son insolation rigoureuse, conséquence
« de son orientation astronomique.

Il faudra bien entendu prendre des dispositions spéciales pour les régions à températures élevées, d'une latitude inférieure à 35 degrés, ou pour les régions froides au delà du 60° parallèle.

« *La cité moderne surpeuplée crée l'ombre* »
nous dit AUGUSTIN REY. L'agglomération urbaine est devenue peu à peu comme une gigantesque usine qui ne cesse de créer de l'ombre et semble repousser la lumière. Si l'on additionne sur un plan toutes les surfaces des étages des bâtiments parisiens, on obtient

une surface représentant près de cinq fois la surface actuelle de la capitale dans la limite de ses fortifications. Un tiers de cette surface est assez bien éclairé — Un tiers est vaguement ou mal éclairé — Un tiers enfin, est à peu près complètement plongé dans l'obscurité.

Les fléaux sociaux, parmi lesquels la tuberculose est le plus meurtrier sont, en grande partie, la conséquence de ce mépris urbain pour l'éclairage direct du soleil.

La mortalité de 16,5 pour 1000 est trop forte; il meurt chaque année, 200.000 Français de trop. La morbidité française, qui atteint en moyenne le chiffre énorme de 85 pour mille habitants et maintient en permanence en France plus de 3 millions et demi de grands malades, est la conséquence de l'insalubrité des constructions et de l'absence d'action directe des rayons solaires sur plus des deux tiers des lieux habités. La capitale renferme dans la limite de ses anciens remparts 87.000 bâtiments représentant plus de 4 millions et demi de locaux dont plus de 2 millions ne reçoivent jamais de lumière solaire.

Que devient, en effet, la salubrité de chambres qui s'ouvrent sur ces cours fermées, puits d'air stagnants, sur ces courettes immondes, où s'entassent, dans certains quartiers, près des deux tiers des citadins des plus grandes villes surpeuplées. Nous avons dans nos grandes villes des quartiers immenses aux trois quarts plongés dans la plus déprimante obscurité. Des blocs entiers ne pourront presque jamais jusqu'à l'heure de leur démolition, recevoir les rayons di-

rects du soleil. Ils sont voués sans espoir à l'insalubrité.

« La question de l'orientation solaire de toute
« habitation avec la correction thermique, domine
« en réalité toute la science de l'hygiène.

La fenêtre.

« La fenêtre est un organe vital, yeux et poumons de l'habitation ». Il faut donc ouvrir largement nos murs pour permettre aux rayons du soleil d'inonder directement les cases que nous habitons.

Pour l'éclairage rationnel de la chambre salubre, l'ouverture devra être fonction de la surface du local à éclairer. Or, il faut bien le reconnaître, si on fait des fenêtres pour aérer tant bien que mal, on ne s'est jamais assez préoccupé de leur fonction essentielle d'éclairage. C'est sur ce point que les ingénieurs et les architectes vraiment modernes ont porté leurs efforts.

Lorsqu'on regarde les façades de la plupart des immeubles, percées de fenêtres uniformes, il serait tout naturel de penser qu'elles éclairent des pièces toutes de même importance et surtout de même profondeur. On sait à quel point la réalité est différente. Souvent les mêmes baies éclairent des pièces deux fois plus profondes les unes que les autres.

L'éclairage qui profite le plus à la chambre, est celui qui vient de la partie supérieure de la fenêtre. Les habitudes de construction routinière et jamais raisonnée, ont placé un épais linteau à la partie su-

périeure de cette ouverture qui empêche le passage des rayons lumineux, précisément là où leur intensité est à son maximum.

AUGUSTIN REY nous donne les conditions auxquelles doit répondre la construction de la fenêtre hygiénique dans nos pays tempérés :

1° La fenêtre doit monter au niveau du plafond afin d'augmenter au maximum ses facultés d'éclairage et son pouvoir d'aération. Le linteau qui la surmonte doit être noyé dans l'épaisseur du plancher;

2° La fenêtre doit descendre presque au niveau du sol de la pièce, afin de faciliter sa complète aération.

3° La surface de la fenêtre doit être calculée en raison de la latitude du lieu, de l'orientation de la façade dans laquelle elle est percée, et doit être proportionnelle à celle du sol de la pièce à éclairer. Elle est donc fonction de la latitude, de l'orientation de la façade, de la surface de la pièce.

4° La fenêtre doit avoir sa clôture établie de telle manière que des ouvertures graduées par bandes horizontales et mobiles permettent une aération rationnelle par tous les temps et à toute heure du jour ou de la nuit;

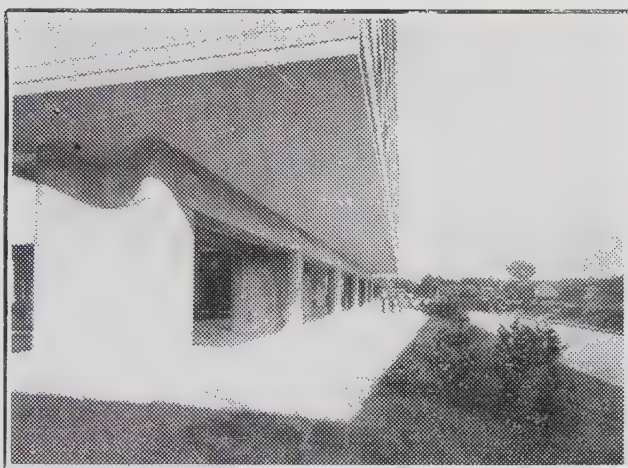
5° Pour répondre aux nécessités de fraîcheur en été et de surfaces antidéperditrices de la chaleur en hiver, la vitrerie de la fenêtre doit être formée de deux verres parallèles emprisonnant hermétiquement un matelas d'air et combiné par places pour constituer une aération permanente.

Les principes architecturaux modernes : Dans son livre *Précisions*, Le Corbusier démontre l'histoire de l'architecture par celle de la fenêtre à travers les âges. Le but, jusqu'ici a été de porter des planchers sur des murs que l'on perce de fenêtres pour éclairer l'intérieur.

L'auteur cite successivement « la petite fenêtre antique, puis la grande baie, ouverte, sans clôture, de Pompéi, la jolie fenêtre romane; le gigantesque effort gothique vers la lumière qui aboutit à la coupe de l'arc ogif..... le gothique vitrait tant qu'il pouvait, employant toutes les ressources du bois. Et ce fut même si convaincant que les habiles Flamands de Gand, de Louvain, de la Grande Place de Bruxelles firent, sur cette tradition, les miraculeuses façades de verre avec montants de pierre que nous admirons encore. Puis, voici la Renaissance avec croisillons en pierre dans une fenêtre que l'on faisait aussi grande que possible pour éclairer l'apparat vigoureux des arts domestiques en pleine sève. Puis, Louis XIV qui, Roy-Soleil, veut laisser son patron, le Soleil, entrer chez lui pour révéler son faste. Sous Louis XV, sous Louis XVI,on veut vivre dans le confort et l'intimité. L'architecture n'évolue plus. La fenêtre est fixée, c'est fini. Pourtant sous Haussmann, à l'Aube des maîtres de forges, la maison locative devient « une affaire ». Il faut exploiter le mètre carré bâti. Il faut mettre beaucoup de chambres en façade. On va à la limite. Halte ! plus de trous, sinon la maison s'écroule ! C'est le point final. »

Devant ces facades perforées régulièrement de

trous égaux, l'architecte réagit plus violemment encore que l'hygiéniste. Grâce à l'emploi du ciment armé et de l'acier, il construit les fenêtres en longueur — C'est-à-dire des ouvertures qui courent le long des édifices, séparées par des bandeaux de ciment et portés par les planchers. La fenêtre en hauteur s'étend à toute la largeur de la « cellule habitée » —



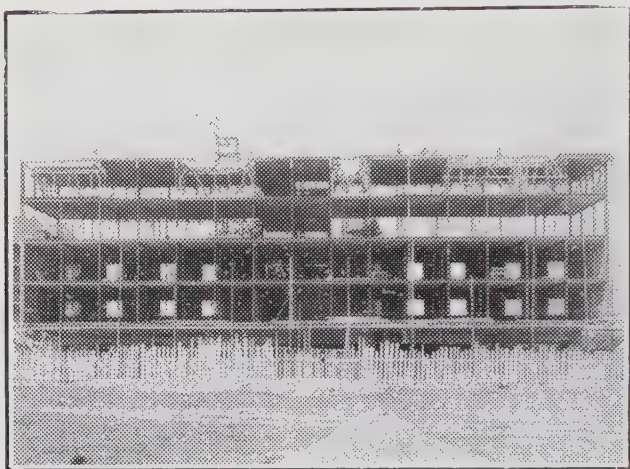
(Cliché Journée Industrielle).
Les pilotis de la maison suisse à la Cité Universitaire.

Cette fenêtre éclaire au maximum les locaux et permet les subdivisions indépendantes d'étages à étages.

L'évolution ne s'arrête pas ici. Le Corbusier supprime les systèmes d'ouverture, la fenêtre doit éclairer et non aérer. Il la supprime complètement et conçoit les « pans de verre » hermétiquement mastiqués. Quant à l'aération, elle est assurée par des appareils spéciaux qui maintiennent à l'intérieur une

atmosphère pure et une température toujours égale.

Pour donner l'évolution complète de l'architecture nous ajouterons que le « bloc habitation » constitué par des planchers et des piliers sur lesquels on a jeté une « voilette de verre », est porté au-dessus du sol par d'énormes pilotis.



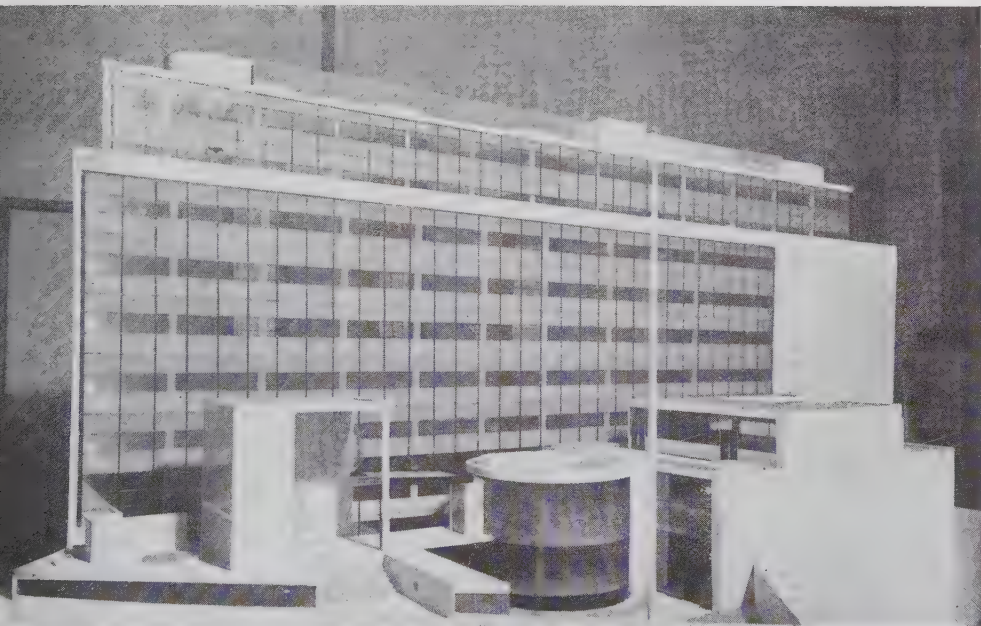
(Cliché Journée Industrielle).
La maison avant de recevoir « sa voilette de verre ».

Le Corbusier pense alors à la construction de la « ville verte » immense parc où le 100 % du sol est aux piétons, où les maisons sont de verre et où vivraient dans les meilleures conditions d'hygiène 1.000 habitants à l'hectare.

« Spectacle de l'ardente ville moderne : une symphonie de verdure, feuillages, ramures et pelouses, et des éclats de diamants à travers les futaies. »

Nous avons soulevé le problème de l'aération de l'immeuble à façade hermétique. LE CORBUSIER le ré-

sume en deux mots « *air exact* ». « Il s'agit de doter les habitants des villes d'un air qui n'est plus l'air vicié des rues, mais d'un air qui, après une manipulation extrêmement facile, mécanique, reprendra ses vertus essentielles, celles que réclament les poumons humains... L'habitant de la ville respirera comme auprès de l'Océan, comme à la montagne ou à la campagne... Nos efforts en vue de créer le « *mur neutralisé* » étaient réputés chimériques en 1928, date à laquelle j'ai publié ma première étude sur ce thème; mais en 1931 et en 1932 les laboratoires de Saint-Gobain ont construit la salle nécessaire à la réalisation des expériences scientifiques complètes ».



Maquette de l'Hôpital de l'Armée du Salut.
1000 m² de verre hermétique.



La Brique Standard, pour la paroi hermétique.

CHAPITRE V.

QUELQUES REALISATIONS MODERNES AU SERVICE DE L'ECLAIRAGE NATUREL

Nous avons pensé devoir réunir ici sous ce titre, quelques exemples de réalisations dues aux travaux et à la collaboration des ingénieurs et architectes qui font le plus autorité à notre époque. Grâce à eux en effet, nous ne devons pas sombrer dans « l'obscur marécage aérien de l'air confiné », mais avoir tous, comme l'exprime si simplement mais si profondément le mot populaire : « notre place sous le soleil ».

§ 1. MENUISERIE MÉTALLIQUE.

Les menuiseries de bois ont un aspect lourd, une importance encombrante qui ont pour effet de nuire à la décoration générale d'une pièce et surtout de priver les intérieurs d'une part de lumière.

Nous avons calculé pour des fenêtres de types différents, la surface éclairante perdue de l'ouverture occupée par l'opaque menuiserie de bois.

Baie n° 1 : 2 m. 15 $\times$ 1 m. 70.

20 carreaux de 0 m. 35 $\times$ 0 m. 30.

Ouverture dans le mur 3 m² 655

Surface transparente	2 m ² 10
Surface perdue	1 m ² 555
Tant % : 42,54.	

Baie n° 2 : 2 m. 27 × 1 m. 30.

6 carreaux de 0 m. 65 × 0 m. 50.

Ouverture dans le mur	2 m ² 951
Surface transparente	1 m ² 950
Surface perdue	1 m ² 001
Tant % : 36,96.	

Baie n° 3 : 1 m. 20 × 0 m. 90.

4 carreaux de 0 m. 48 × 0 m. 30.

Ouverture dans le mur	1 m ² 080
Surface transparente	0 m ² 576
Surface perdue	0 m ² 504
Tant % : 46,66.	

Nous n'ajouterons pas de commentaires : les chiffres que nous donnons sont suffisamment éloquent.

Le métal, acier ou bronze a de plus pour les fenêtres des avantages très grands comparé au bois qui résiste mal, à la longue, même peint, aux alternances du soleil, du froid, de la pluie, de la chaleur et surtout à l'attaque de la rosée. Le bois étant périssable, les fenêtres arrivent à mal se fermer ou à ne plus fermer du tout.

Les aciers de procédés les plus modernes peuvent durer au contraire autant que la maison, à condition que leur surface puisse être garantie contre toute attaque par les procédés suivants : La haute résistance des aciers s'obtient par l'addition de métaux, tels que le nickel, le chrome, le molybdène, le vana-

dium, qui produisent des aciers demi-durs, auto-trempants. La meilleur méthode est actuellement la « parkérisation » née aux Etats-Unis il y a une quinzaine d'années et qui rend l'acier inattaquable, même à l'eau de mer.

Les menuiseries en métal permettent de réaliser des fenêtres pratiques, parfaites au point de vue aération, éclairage et durée. Différents systèmes ont été réalisés en France. Ce sont les « croisées à la française » ou mieux la « croisée à coulisse », le « châssis à la guillotine » ou les châssis dits « à la canadienne ».

La fenêtre à guillotine rejetée si inconsiderément et avec tant de légèreté de nos jours dans un grand nombre de pays, est le meilleur système au point de vue d'une aération parfaite. Les ouvertures graduées par bandes horizontales permettent à toute heure, de faire entrer par la partie inférieure et d'évacuer par la partie supérieure, la quantité d'air nécessaire au renouvellement en proportionnant les surfaces de débit. En métal, produites en grande série et par les procédés de fabrication les plus perfectionnés, les fenêtres à guillotine peuvent revenir à des prix très économiques grâce également aux combinaisons d'éléments standardisés.

Enfin les châssis métalliques permettent de réaliser la fenêtre à doubles verres, système parfait pour éviter la déperdition de chaleur.

LE VERRE, « MATÉRIAU » DE CONSTRUCTION.

Pour répondre aux nécessités de la construction moderne, dans laquelle le verre joue un rôle toujours croissant, les manufactures de glaces ont dû créer des matériaux transparents nouveaux à fabrication scientifique.

La glace coulée polie : Elle est composée de matières pures affurées par la fusion et la cuisson. Elle est coulée sur une table en fonte, laminée par un pesant rouleau, recuite dans un four spécial, et enfin, polie par des appareils perfectionnés qui lui donnent deux surfaces planes et parallèles.

Cette technique confère à la glace une transparence parfaite. Elle laisse passer le maximum de lumière. Elle constitue également grâce à son épaisseur, un très bon isolant, non seulement contre les variations de température, mais aussi contre les bruits et vibrations du dehors. La solidité de la glace réduit au minimum les risques de bris, et par le fait, d'accident.

La glace Sanitalit : On sait que la glace et le verre ordinaire, s'ils laissent librement passer la lumière visible, constituent un écran aux radiations ultraviolettes, qu'ils absorbent totalement en pratique. Afin de laisser pénétrer les ultraviolets solaires, là où l'homme peut en tirer bénéfice, comme les hôpitaux, les sanatorias, les écoles; il a été créé un verre perméable aux radiations courtes, dans la proportion de 45 à 75 % pour une épaisseur de 3 mm. et de 25 à 68 % pour une épaisseur de 5 mm.

La fabrication de ce verre spécial repose sur l'élimination des oxydes de fer dans la composition vitrifiable.

On conçoit combien peut être utile une telle glace, pour le vitrage des galeries de cure de sanatorium par exemple.

Le verre Kalathermic : Sa propriété est de protéger les locaux contre la chaleur solaire. Sa composition spéciale le rend opaque aux rayons infrarouges. Sa légère teinte bleue occasionne une faible diminution de visibilité à travers ce verre, et limite son emploi aux toitures vitrées.

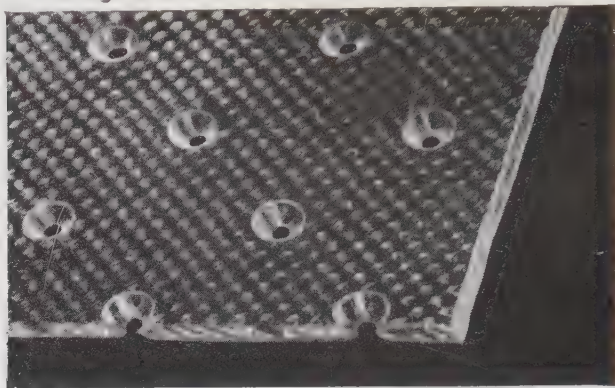
Les verres prismatiques : Sont des verres coulés laminés, dont l'une des faces comporte des stries saillantes, en forme de prismes, droits ou incurvés et destinés à faire dévier les rayons lumineux traversant le verre, pour les diriger à leur sortie, vers des points déterminés. On peut ainsi éclairer des plafonds qui serviront de diffuseurs secondaires, ou, le fond des locaux obscurs.

Le verre « Parasol » est une sorte de verre prismatique qui rejette les rayons solaires au dehors par réflexion totale et ne laisse passer que la lumière diffuse du ciel.

Il s'applique surtout aux ateliers à toits vitrés.

Le verre perforé : Il s'agit ici d'un verre imprimé, translucide, percé de 2000 trous, environ par mètre carré. Ces trous, en forme d'entonnoir sont destinés à l'aération constante et insensible des locaux.

Ce genre de vitre doit être placé au moins à 2 m. 50 au-dessus du sol de la pièce, la partie évasée des trous étant à l'intérieur de l'habitation.



Les pavés en verre extra-clair : Ils ont été créés à St-Gobain pour la réalisation de surfaces en « béton translucide ». Ces pavés de forme ronde ou carrée ont un coefficient de transparence de 0,98. Leur résistance aux chocs a permis leur emploi courant dans la construction de voûtes et de planchers translucides.

Les briques Nevada : Ce sont des éléments en verre plein, extra clair, permettant la construction de cloisons verticales translucides, résistantes, et d'un nettoyage facile. En dehors de leur application dans les maisons de verre, dont on trouvera des photographies dans ce travail, il est intéressant de savoir qu'elles permettent l'exécution des « Jours de souffrance, et des murs mitoyens » en remplissant les conditions exigées par le code civil qui n'autorisait



Pavillon Maternité aux 100 Gares, Hôtel de la Supplière. (Architecte M. TROUDEMME).
Briques « Isolator ».

que le verre cathédral protégé par un grillage, donnant aux façades l'aspect de murs de prison.

Les dalles en verre extra-clair : Elles sont à la charpente métallique ce que les pavés sont au béton armé ». Grâce à leurs surfaces prismatiques ou diamantées elles diffusent la lumière, et intensifient ainsi l'éclairage des régions situées au-dessous du dallage.

Pavés et briques creuses « Isolator » : Ces nouveaux éléments translucides sont obtenus par soudure à chaud de deux blocs évidés permettant de réserver à l'intérieur un matelas d'air isolant.

Grâce à cette caractéristique, en hiver, les effets de la condensation se trouvent très sensiblement atténués. En été, cette action antithermique assure le maximum de fraîcheur à l'intérieur des locaux.

Les briques Standard : Ces éléments moulés dans l'assemblage constitue un système perfectionné, permettent de construire un véritable mur de verre. Absolument lisses sur leurs faces extérieures, afin d'éviter l'accumulation des poussières, et de permettre un entretien facile, les nouvelles briques, comportent des prismes intérieurs déterminant des réflexions totales, qui les rendent translucides et leur donnent un aspect argenté. Creuses, à l'intérieur, elles apportent contre les variations de température et contre le bruit une protection efficace. Qualité particulièrement recherchée dans les matériaux de constructions modernes.



Cloison réalisée avec briques Standard.

LA VITRINE ANTI-RÉFLEXION.

Nous avons tous remarqué sur un trottoir un monsieur, la main auvent à la base du front et le nez contre la glace d'un magasin. Il y met beaucoup de bonne volonté, mais il peine visiblement. Il reçoit deux catégories de rayons lumineux contraires et qui se détruisent. L'une est issue de l'objet qui a capté son attention; l'autre, par le truchement de la glace,

lui vient du décor extérieur, des immeubles d'en face, des voitures qui roulent, de la foule qui évolue, d'une tapageuse enseigne voisine.

Pour essayer d'assurer la prépondérance de ses produits dans ce conflit « inter-radial », le commerçant fit appel à l'éclairage artificiel très coûteux, qui dénature les teintes et les volumes, et dont les sources incomplètement dissimulées éblouissent encore le client. La glace que nous connaissons tous, lisse et plane est faite pour servir et nuire étant tour à tour transparente, opaque ou déformante suivant l'heure du jour, la circulation ambiante et la couleur du temps.

Au contraire, une glace concave d'une courbure convenable et convenablement agencée dévie les rayons qui la frappent sur sa face concave. La glace alors dite « anti-réflexion » est totalement invisible. Elle est comme si elle n'était pas. Elle abolit tous les mirages et laisse aux étalages toute leur valeur, tout leur degré d'attraction. Elle accueille tout entière et sans déperdition la clarté du jour repoussée par la devanture surbaissée aux ouvertures en meurtrières ne laissant presque plus passer de lumière naturelle, condamnant le monde des employés à vivre à la lumière artificielle, tandis que sur l'architecture de la façade se perdent des milliers de « bougies solaires ».

La glace concave permet la réouverture de larges devantures pouvant s'entr'ouvrir pour renouveler l'atmosphère du magasin. Elle évite son éblouisse-

ment et toute gêne du client ou du promeneur. Elle répond aux besoins de l'hygiène.

REVÊTEMENT DES PAROIS.

Peut-il être un logis plus propre que le logis peint ? Les murs lavables réfléchissent et diffusent la lumière, ils rendent au logis sain le charme, la sécurité familiale et la claire coquetterie.

La couleur murale est à la fois un facteur de préservation pour les matériaux, une source de lumière et de gaieté dans les intérieurs, un élément d'hygiène.

Les peintures laquées mates présentent sur les peintures à l'huile ou vernissées des avantages nombreux. Leur durcissement est très rapide et compact. Un simple rinçage permet leur nettoyage parfait, tandis que le nettoyage des peintures grasses consiste en un véritable « *décapage ne parvenant à débarrasser la surface de son dépôt biologique que par un amincissement effectif de la matière picturale* » En outre ces peintures sont bien étudiées et ne contiennent pas de produits nocifs dangereux pour le peintre qui se sert du pistolet à air comprimé.

BERTIN ne sépare pas la luminosité de l'insonorité des locaux. Pour les deux phénomènes les faits sont parallèles dans le domaine de la réflexion diffuse.

Le tableau suivant rappelle les facteurs de réflexion des différentes couleurs. Il montre que les teintes claires et lavées de blanc sont les plus lumineuses.

VALEURS DU FACTEUR DE RÉFLEXION.

COULEUR	NUANCE	FACTEUR DE RÉFLEXION
Blanc	Blanc neige	0,76
	Blanc ivoire	0,67
Jaune	Crème	0,69
	Canari	0,67
	Paille	0,65
	Bouton d'Or	0,58
	Jaune Empire	0,55
	Vieil Or	0,37
Vert	Vert Céladon	0,54
	Vert pré	0,39
	Vert mousse	0,25
	Vert Véronèse	0,23
	Vert feuille	0,20
	Vert amande	0,19
	Vert lierre	0,11
Rouge	Orange	0,39
	Tango	0,36
	Ecarlate	0,29
	Rouge vif	0,27
	Andrinople	0,20
	Grenat	0,12
Rose	Bengale	0,60
	Rose chair	0,57
Brun	Chamois	0,46
	Havane clair	0,37
	Brique	0,31
	Cachou	0,23
	Sienne	0,15
Eis	Bis journal	0,42
	Bis chiffon	0,32
Gris	Gris Trianon	0,48
	Gris perle	0,42
	Pierre	0,37
	Gris pigeon	0,30
	Gris tourterelle	0,30
	Gris argent	0,28
	Gris ardoise	0,19
Bleu	Hortensia	0,43
	Bleuté	0,42
	Bleu azur	0,26
	Vieux bleu	0,16
	Bleu vif	0,15
	Bleu pastel	0,12
	Bleu violacé	0,11
	Outremer	0,09
	Bleu roy	0,05
Noir	Noir d'ébène	0,04

Aux peintures laquées mates qui constituent le meilleur mode de revêtement pour l'ensemble nous pouvons ajouter les produits opaques polis très recommandables pour le revêtement de surfaces particulièrement exposées aux souillures et aux dégradations.

Il s'agit des matériaux tels que l'opaline, les marmorites et le verre noir. Ils ont les qualités du verre et sont éminemment propres et hygiéniques. Au point de vue de la luminosité nous retiendrons surtout l'opaline blanche, vert céladon, crème et bleu azur qui répond parfaitement aux nécessités des installations sanitaires.

Nous citerons également les glaces gravées qui constituent des revêtements lumineux d'un très grand luxe, qu'il s'agisse de simples glaces argentées ou satinées ou bien des panneaux décoratifs gravés à l'acide et au jet de sable. Le « miroir auré Boussois » est à la glace argentée ce que l'or est à l'argent : ses reflets ont la douceur de nuance et la chaleur de tonalité du métal précieux dont il tire son appellation.

Le verre mural, sorte de miroir souple et articulé est de plus en plus employé pour chasser les ténèbres des couloirs, des cages d'escaliers, des recoins sombres. Il donne aux salles de bains un luxe précis et net d'une propreté parfaite.

On voit que l'industrie moderne multiplie les moyens permettant à l'architecte et au décorateur d'éclairer nos habitations, d'exploiter au maximum l'énergie lumineuse naturelle et artificielle en favorisant son dynamisme.

LES RIDEAUX.

Doit-on abandonner complètement les rideaux que nous critiquons lorsqu'ils viennent obscurcir la partie la plus éclairante de notre fenêtre ?

Nous pensons que non. Car, outre leur rôle décoratif qui contribue à donner à l'intérieur le confortable dans lequel nous aimons à vivre, ils peuvent rendre plus hygiénique l'éclairage naturel.

Mais ces rideaux qui répondent à la fois aux désirs de l'hygiéniste et du décorateur seront constitués simplement par une grande nappe de tulle, légèrement froncée ou plissée, qui tombera verticalement devant la baie transparente. Par son réseau un tel rideau tamisera et diffusera la lumière solaire parfois trop crue, sans l'absorber.

Si ce tulle ne nous paraît pas assez riche dans sa simplicité pour un intérieur luxueux, adressons-nous à un spécialiste. L'art de Madame Chabert Dupont s'exprime avec pureté et sobriété dans les rideaux. Elle étudie le profil des lignes pour voir comment les points « accrochent la lumière ». « Cela vibre » dit-elle d'une voix passionnée de ciseleur d'or ou de marbre. Le rideau ne ciselle-t-il pas finement le rayon qui joue dans ses plis, en le diffusant.

Quant à la lourde tenture qui repousse brutalement la lumière, elle doit être bannie de nos intérieurs.

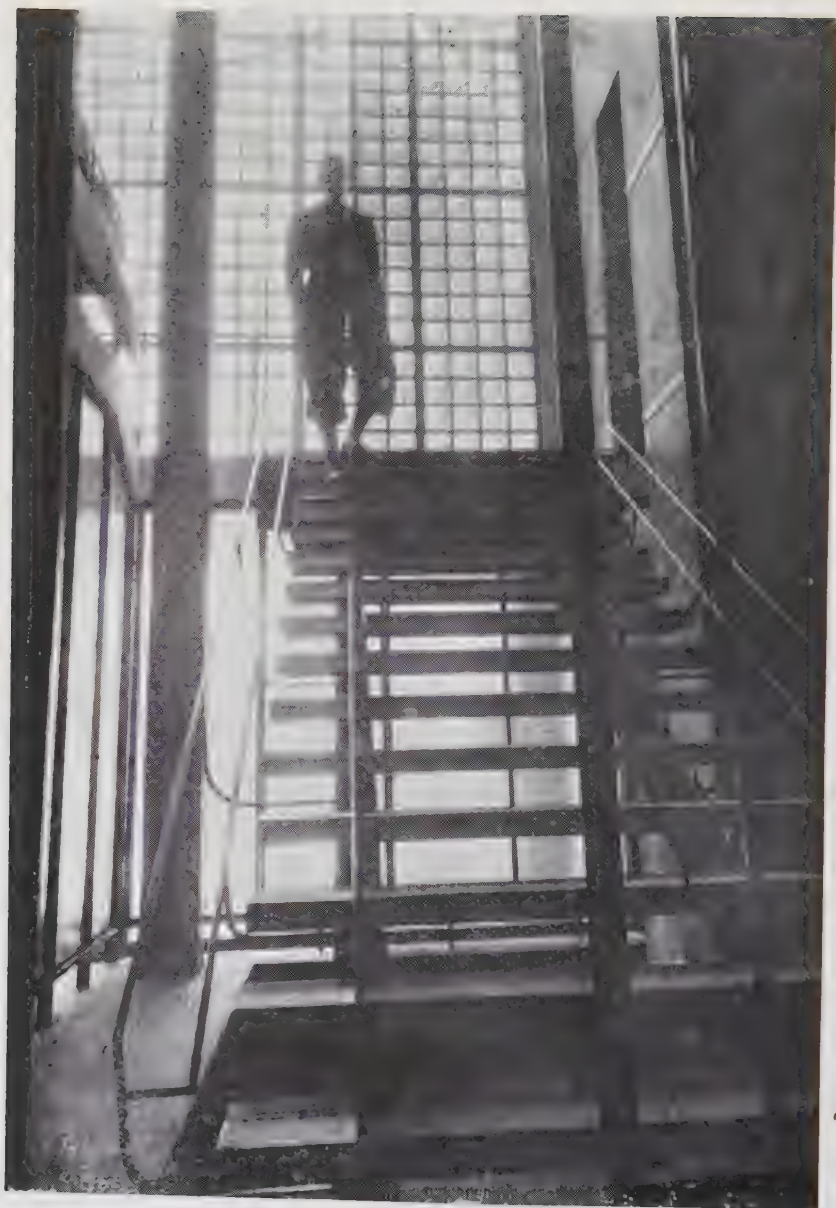
Le décorateur peut cependant utiliser encore ces riches « tombées » de velours susceptibles d'encadrer latéralement la fenêtre. Nous conseillons l'ar-

tifice suivant : Les parties transparentes de la baie ne doivent jamais être masquées. Les rideaux opaques peuvent être placés contre la paroi, de chaque côté de l'encadrement de l'ouverture à grand axe vertical. La nuit, ces rideaux, tirés devant la fenêtre sans vie, devenue triste et laide, pourront jouer leur rôle protecteur. Dans la paroi, alors démasquée, pourront s'illuminer électriquement de grands panneaux de verre diffusants. Le soleil ayant « tourné » la fenêtre n'a fait que se partager ou changer de place.

LES MAISONS DE VERRE.

« Gratte-ciel tout de cristal et luisant dans l'atmosphère ».
(Le Corbusier).

« Lorsque le ciel norcit, le jour ne cesse pas pour
« si peu de baigner et de pénétrer cette maison.
« Elle aime, certes, le soleil, elle s'offre toute à lui
« comme à la pluie d'or, Danaé. Mais qu'il dispa-
« raisse, la maison n'en est pas émue. Alors qu'il dé-
« clinait, des projecteurs se sont allumés au dehors.
« A travers les murs translucides et les larges baies
« aux glaces transparentes, sans que l'on s'aperçoive
« du changement, il perpétue la fête solaire. On sait
« que de tels petits astres électriques ne reçoivent
« jamais la vie que de l'astre-roi, par le détour des
« végétaux changés en houille, ou des eaux portées
« par lui sur les montagnes. Mais la ruse humaine
« qui sut utiliser ce détour est ici singulièrement
« hardie : elle semble narguer la nature. »



« Comme une magie règne là ».

C'est ainsi que sous le titre « Murs de verre » Monsieur René DE LAROMIGUIÈRE nous présente dans la revue « Art et Médecine » un hôtel particulier construit pour un médecin à Paris, par l'architecte Pierre CHAREAU.

« Les plans m'en ont coûté quatre ans de sévère retraite et de travaux ininterrompus » dit lui-même l'architecte. Cet hôtel s'appuie à droite et à gauche sur des maisons ordinaires. « Mais il dresse, face à
« la cour et face au jardin, deux murs de verre, deux
« vastes surfaces assez semblables à des gâteaux de
« miel, à ceci près qu'elles ont des alvéoles carrés
« et non hexagonaux, une armature de fer et de ci-
« ment en place de cire. Et, dans le verre à peine
« teinté de vert des alvéoles, sourit le miel blond de
« la lumière. Le luxe essentiel, le luxe magnifique
« de cette habitation, c'est la lumière. Elle y pare,
« réjouit, exalte ces autres luxes : harmonie des
« lignes, des plans, des volumes, ordre, netteté, spa-
« ciosité... sans parler de la sobre élégance de l'ameu-
« blement. Comme une magie règne là. Les murs
« sont blancs et nus ; les poutres de métal rouge-noir
« affirment en pleine vue leur rôle de pièces utiles ;
« les matières de beaucoup dominantes sont le ci-
« ment, le fer et le verre. Cependant l'impression,
« chez le visiteur, est de grande richesse. Parce que,
« peut-être, le plus précieux Pactole, c'est celui qui
« fait couler dans les veines la joie de vivre. »

Nous avons visité cette maison, mais nous ne savons comment exprimer les sensations de bien-être, de repos, de douceur que nous avons éprouvées au

cours de cette promenade en atmosphère ouatée derrière les murs de verre.

Quelle impression charmante : vivre à la fois dehors



Le Hall « Ordre, netteté, spaciosité ».

et dedans, vivre dans des espaces à la fois grands et intimes où le véritable luxe est constitué par la clarté et la netteté.

Il pleut dehors, mais ici le soleil semble donner,

car nous bénéficions de tous ses rayons que diffusent les nuages et que transmet le verre des parois.

Depuis longtemps le fleuriste a su construire pour ses cultures les abris les plus favorables. L'architecte a trouvé peut-être pour l'homme qu'il se charge d'abriter confortablement, la solution de l'habitation parfaite.

Trop de lumière, pensions-nous avant de pénétrer dans cette maison. Jamais plus que dehors, là où nous ne souffrons d'un excès de rayonnement que si la route blanche ou l'eau nous éblouissent par réflexion. D'ailleurs, l'architecte a mis à la disposition des habitants du logis translucide des moyens de défense contre les excès de rayonnement. L'épaisse paroi de verre est un isolant et l'aération constante par des dispositifs filtrants permet de maintenir à l'intérieur une température de 18° qui paraît fraîche l'été et chaude l'hiver.

Quant à l'éclairage artificiel, il est ici très osé. Monsieur DE LAROMIGUIÈRE nous en donne une idée très exacte. Il faut ajouter que pour égayer et compléter l'éclairage général fourni par les projecteurs extérieurs, il existe à l'intérieur sous la forme de verrières et appareils à éclairage indirect, des sources éclairant les points particuliers.

Et l'on sort aussi émerveillé de la maison de verre que d'un rêve charmeur qui nous aurait transporté dans un domaine nouveau.

« *La villa Clarté* » de Genève : Au cours d'un voyage d'études organisé par M. le Professeur Ro-

CHAIX, nous avons visité à Genève un édifice que les habitants appellent le palais de verre.

Cette maison locative construite par LE CORBUSIER présente une façade de verre cent pour cent. Dès l'entrée nous sommes frappés par la richesse de l'immense hall qui n'a cependant de particulier que son extraordinaire clarté. Invité à prendre l'ascenseur, nous préférons gagner le quatrième étage par l'escalier de verre qui s'élève dans sa cage de verre.

L'appartement que nous visitons est remarquablement disposé. En y pénétrant nous avons l'impression de passer sur une terrasse extérieure. A nos yeux s'offre sans voile le magnifique panorama de Genève.

A côté d'une installation sanitaire parfaite, nous remarquons plus particulièrement une grande pièce occupant deux étages en façade et dans laquelle s'avance en baignoire de théâtre, un studio.

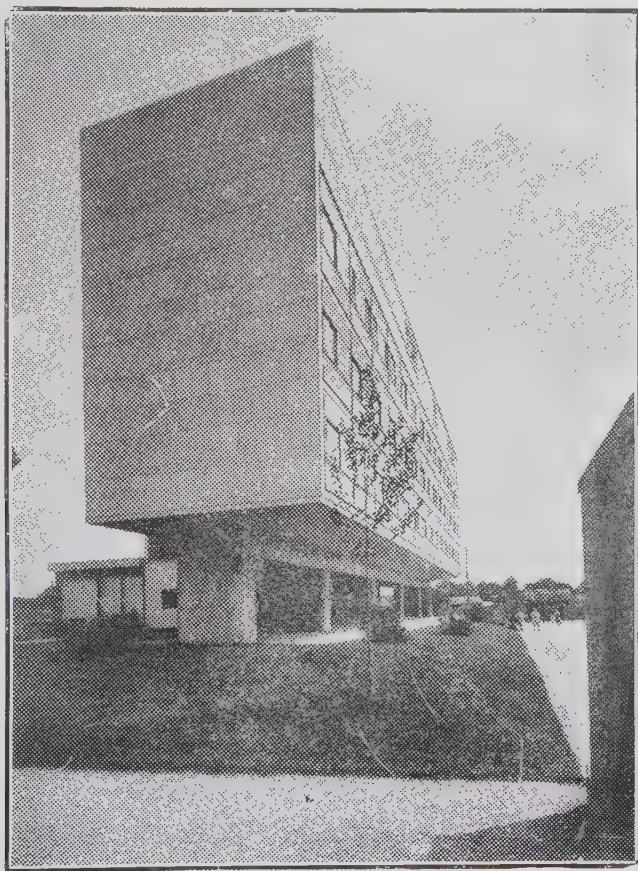
La paroi extérieure faite de glace armée translucide et de glace transparente peut s'ouvrir complètement à la façon d'une vitrine, sur un large balcon. Les autres parois sont teintées uniformément de blanc ivoire, crème et chamois mats.

Avant de quitter cette maison nous remarquons encore le logement de la concierge. Malgré le modeste aménagement il reflète grâce à sa clarté un parfait confort. Quel progrès si l'on compare à ceci les milliers d'autres obscurs abritant les gardiens des immeubles des grandes villes.

Nous sommes à Genève, à deux pas du Bureau International du Travail, du Bureau International d'Hygiène, du Palais de la Société des Nations au su-

jet duquel l'architecte écrit : « Voir clair, pour décider les affaires du monde et profiter de l'optimisme des rayons solaires ».

Le Pavillon suisse de la Cité universitaire à Paris :
Nous avons visité également cette construction. « Ce n'est pas une fantaisie architecturale, c'est une dé-



(Cliché Journée Industrielle).

« Le bâtiment se présente comme un objet de vitrine sur un support d'étalage, il se lit entier ».

monstration » écrit l'architecte LE CORBUSIER. « C'est en réalité un laboratoire qui a permis de fixer certains points pour l'avenir du problème architectural contemporain. On peut résumer ses caractéristiques en quelques principes essentiels :

« Principe des pilotis;

« Standardisation des éléments en vue de leur utilisation la plus rationnelle et en vue de « l'Industrialisation »;

« Principe de la « construction à sec »;

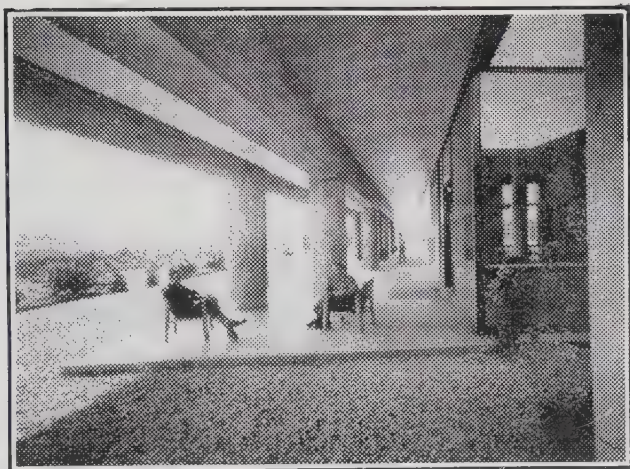
« Pan de verre. »

Les photographies que nous reproduisons ici suffiront pour donner au lecteur, une idée assez nette d'un tel édifice.



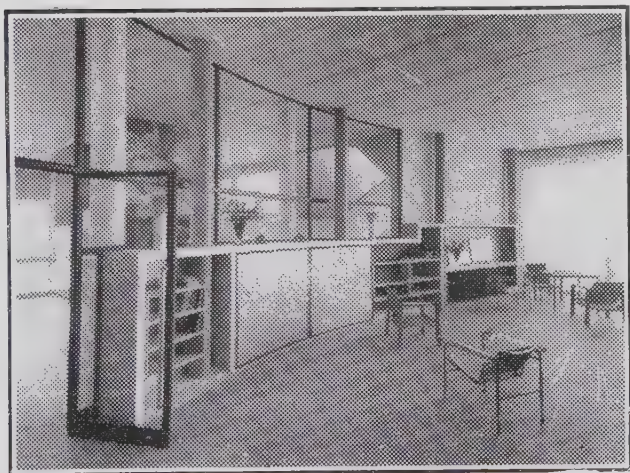
(Cliché Journée Industrielle).

La façade des couloirs et la cage d'escalier.

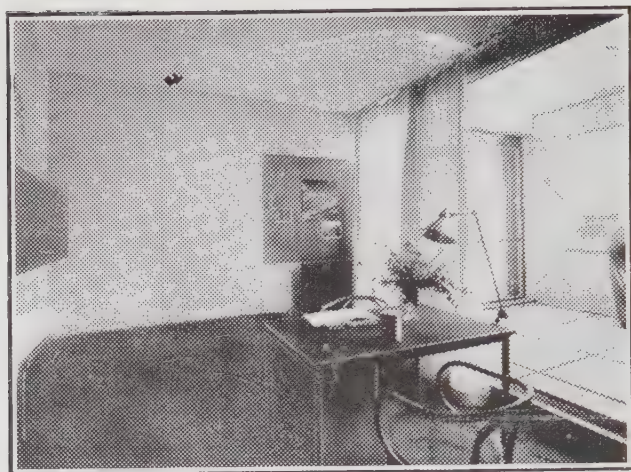


« Ce ne sont plus les murs qui portent la maison ».

« Clichés Journée Industrielle ».



Le Hall.



(Cliché Journée Industrielle).

« Les chambres accueillent un prodigieux afflux de lumière ».

Une telle réalisation a besoin de l'épreuve du temps, mais ce que nous pouvons dire aujourd'hui c'est qu'elle est la vivante expression des articles du credo de l'architecte et du décorateur modernes satisfaisant parfaitement l'hygiéniste : « Netteté, sobriété, clarté ». (CLOUZOT).

LE SOLEIL DANS LES MAISONS PAR LE SYSTÈME ARTHEL.

Dans les grandes villes, de nombreux locaux ne reçoivent que peu ou pas le soleil. Cela tient à plusieurs causes :

I. La seule voie d'accès du soleil est la fenêtre qui est, dans la plupart des cas, un moyen insuffisant d'ensoleillement. En effet, elle a forcément une orienta-

tion fixe et cette orientation n'est pas nécessairement bonne. Il n'y a que la fenêtre exposée au sud qui reçoit le soleil plus de la moitié du temps.

II. Quelque que soit l'orientation de la fenêtre, lorsqu'un masque se trouve devant elle, le soleil ne peut pénétrer. C'est ce qui se passe dans toutes les rues étroites, cours et courettes aux profils de puits.

III. Plus le soleil est bas sur l'horizon, plus la projection des rayons est longue dans la maison mais plus ils sont arrêtés par les maisons d'en face.

IV. Les rayons solaires tombant de haut en bas éclairent les parquets ou tapis qui absorbent en moyenne 55 pour 100 du rayonnement.

V. Les sous-sols, chambres borgnes, logements de concierge des vieux immeubles sont condamnés à ne jamais recevoir un rayon de soleil. Et l'on sait que les sous-sols sont couramment aménagés dans les constructions modernes qui en possèdent parfois deux ou trois où travaille de jour un nombreux personnel.

VI. Enfin, s'il est vrai que le soleil pénètre facilement par les fenêtres des façades sud, on peut constater, surtout l'été, et en toutes saisons dans les pays de grand soleil, que les habitants repoussent le soleil au dehors à l'aide de volets ou de stores, ou encore réduisent les ouvertures pour éviter à la fois la chaleur et la reverbération.

En résumé, de nombreux obstacles empêchent le soleil de pénétrer normalement dans les locaux que l'on est amené à éclairer à l'électricité ce qui est coûteux, jamais parfait, tandis que là encore des millions de bougies solaires sont perdues sur les toits.

L'appareil Arthel : C'est pour remédier à ces graves inconvénients que Monsieur Jacques ARTHUYS, industriel parisien, inventa un héliostat pratique, l'« Arthel ».

Cet appareil prend le soleil sur les toits, discipline l'ensoleillement des locaux en forçant les rayons solaires à utiliser des cheminements que naturellement ils ne peuvent pas suivre.

Le procédé est simple, il consiste essentiellement en un grand miroir tournant placé sur le toit de la maison. Ce miroir tournant renvoie les rayons du soleil sur un miroir fixe dont l'effet est de les réfléchir de haut en bas de manière à créer une colonne intérieure de soleil qui chemine par des vides existant des maisons (cours, courettes, cages d'escaliers spéciaux dans les maisons de l'avenir.

Sur cette colonne sont prélevés des faisceaux secondaires qui, par un jeu de miroirs et de lentilles sont transmis dans toutes les directions. Ces faisceaux de soleil sont enfin projetés sur les surfaces claires des locaux, c'est-à-dire les plafonds blancs dont le pouvoir d'absorption est très faible (10 à 15 pour 100).

Si on ajoute que le miroir tournant est automatiquement dirigée par le soleil lui-même, on conçoit aisément qu'un tel dispositif permet de réaliser un ensoleillement réel de n'importe quel local.

Par un dispositif ingénieux, lorsque le soleil ne brille plus, les sous-sols éclairés par le système « Arthel » s'éclairent automatiquement à l'électricité.

« L'appareil est complètement asservi au soleil et

cela par le soleil lui-même qui est le cerveau du mécanisme. »

La distribution de la lumière : L'appareil capte et transmet une moyenne de 30.000 bougies par ciel très clair. Ce qui peut ensoleiller d'une manière convenable 700 à 750 m² de plafond. Ces 200 à 400.000 lumens ne sont pas répartis uniformément selon les endroits (salon, hall, couloir, salle de travail) grâce à la superficie variable des miroirs secondaires. La chaleur du soleil n'est plus à craindre car le soleil est ainsi déconcentré et réparti. La lumière ainsi distribuée et diffusée par les plafonds, n'incommode personne, tout phénomène d'éblouissement étant évité.

L'homme tire plein parti de la lumière du jour et se libère des servitudes de la lumière électrique si fatigante pour les yeux. La lumière artificielle doit disparaître chaque fois que le soleil brille au dehors, jusque dans les sous-sols le soleil doit combattre l'ombre si propice dans les locaux obscurs à la dissimulation de la « saleté ».

La maison devient claire, fraîche et gaie. On peut concevoir en sous-sol des jardins d'été, des piscines ensoleillées et user du soleil suivant ses besoins et sa fantaisie.

Exemples d'application : L'Intransigeant à Paris; Hôtel Métropole de Bruxelles; « City Magzijn » à la Haye; « Le palais des Arts » à Milan.

A l'hôtel métropole on relevait au luxmètre 60 lux quand la lumière électrique seule brûlait tout le long de l'année. En février on mesure maintenant 200 lux sans électricité.



Escalier de l'Intransigeant à Paris.
(Système Arthel).

CHAPITRE VI.

LA TECHNIQUE DE L'ECLAIRAGE ARTIFICIEL

Définitions.

Une source lumineuse qui engendre de la lumière par elle-même est nommée *source primaire*. Elle rayonne, à travers l'espace, une certaine quantité d'énergie, transportée aussi bien par les radiations invisibles que par les radiations visibles. A ces dernières correspond une certaine quantité de lumière. La quantité d'énergie rayonnée pendant la seconde, c'est-à-dire le débit d'énergie est nommé *flux d'énergie*; la quantité de lumière rayonnée pendant l'unité de temps, c'est-à-dire le débit de lumière est nommé *flux lumineux*.

Quand une surface reçoit un certain flux lumineux, elle paraît éclairée. On appelle *éclairement* E , en un point d'un élément de surface ds , la densité du flux F que reçoit la surface en ce point.

$$E = \frac{dF}{ds}$$

Sur une surface relativement grande, l'éclairement n'est généralement pas uniforme; on considère son éclairement moyen. Plus la surface est petite,

plus est faible l'écart existant entre l'éclairement moyen et l'éclairement en un point.

Lorsqu'une surface n'est pas absolument noire et mate et qu'elle reçoit un certain flux lumineux, elle présente une certaine apparence lumineuse, parce qu'elle réfléchit une portion, plus ou moins grande du flux incident. Cette surface joue le rôle de *source secondaire*. (La lune est un exemple de source secondaire). Pour une même valeur du flux incident, le flux réfléchi est d'autant plus grand sur le facteur de réflexion de la source considérée est plus élevé : ce facteur de réflexion peut être compris entre 80 pour cent (papier blanc) et 1 pour cent (noir mat). La portion de flux qui n'est pas réfléchie se trouve absorbée et convertie en chaleur.

La densité du flux lumineux émis en un point de la surface est nommée *brillance*. Un corps parfaitement blanc réfléchit toutes les radiations qu'il reçoit et n'en absorbe aucune; dans ce cas, la valeur de la radiance est la même que celle de l'éclairement. Au contraire, un corps parfaitement noir absorbe toutes les radiations et n'en réfléchit aucune; sa radiance est nulle. Ces deux cas extrêmes n'existent pas dans la pratique, mais les propriétés de certains corps s'en rapprochent sensiblement (magnésie et noir de fumée).

La lumière dite blanche est la sensation que donne à notre œil un ensemble de radiations visibles mélangées dans des proportions déterminées. Si ces proportions se trouvent modifiées, la lumière paraît colorée. C'est ce qui se passe lorsqu'une surface ab-

sorbe électivement une ou plusieurs radiations composantes. La lumière réfléchiée est colorée et la surface absorbante également. D'une façon générale, plus la couleur d'une surface est foncée, plus son facteur de réflexion est faible.

Ces notions de flux lumineux et d'éclairement constituent le fondement de la technique de l'éclairage. Dans la plupart des cas, le flux engendré par une source lumineuse ne se trouve pas réparti d'une façon uniforme tout autour de cette source, de sorte que, pour caractériser l'émission de lumière dans une direction déterminée on est obligé de considérer une autre grandeur nommée *intensité lumineuse*.

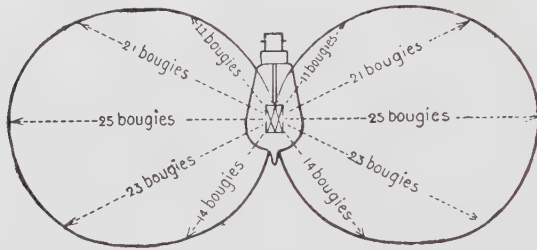
Pour définir l'intensité lumineuse on suppose que la source est ponctiforme (en pratique, de dimensions assez petites, par rapport à la distance d'observation, pour que ces dimensions puissent être considérées comme négligeables et réduites à un point); on considère le flux émis dans une portion de l'espace limitée par un cône ayant son sommet à l'emplacement de la source. Le quotient de la valeur F de ce flux par l'angle solide Ω du cône représente la densité du flux à l'intérieur du cône; si l'angle solide tend vers zéro, c'est-à-dire si le cône se ferme sur lui-même jusqu'à se confondre avec son axe, la valeur limite de ce quotient représente l'intensité lumineuse I dans la direction considérée :

$$I = \frac{dF}{d\Omega}$$

Pour pouvoir apprécier commodément la modifi-

cation que peut produire, dans la répartition de la lumière, l'emploi de tel ou tel dispositif, il est utile de mettre en évidence les valeurs de l'intensité lumineuse d'un foyer (lampe ou appareil d'éclairage) mesurée sous différents angles.

Pour cela, on peut rassembler, sous forme d'un tableau, ou mieux sous forme d'une courbe, les résultats obtenus dans les mesures successives de l'intensité lumineuse faite dans un plan vertical passant par l'axe de la lampe, sous des angles régulièrement croissants ou décroissants par rapport à un point de départ donné. La figure suivante donne



Courbe de répartition de l'intensité lumineuse.

l'exemple d'une telle courbe de répartition de l'intensité lumineuse. Il faut bien noter que la surface de la courbe n'est en aucune façon proportionnelle au flux lumineux total émis par la source.

Des courbes semblables ont été tracées pour tous les genres d'appareils d'éclairage. Les éclairagistes font reposer leurs calculs et dispositifs sur ces données précises.

Unités.

Intensité lumineuse : Son unité conventionnelle est la *bougie internationale* ¹.

Flux lumineux : Il est évalué au moyen du *lumen* qui correspond au flux lumineux qui serait intercepté par une surface de 1 mètre carré dont tous les points se trouveraient à une distance de 1 mètre d'une source hypothétique qui aurait, dans toutes les directions une intensité lumineuse de 1 bougie.

Eclairement : S'exprime au moyen du *lux* qui est l'éclairement d'une surface de 1 mètre carré sur laquelle tombe un flux de 1 lumen.

Brillance : La brillance donnée par la formule

$$B = \frac{E}{31400} \times K.$$

est évaluée en bougie par centimètre carré de surface apparente dans la direction considérée. Cette unité est souvent désignée sous le nom de *stibb*.

Conditions auxquelles doit satisfaire un bon éclairage.

La notion de brillance présente une importance capitale dans tous les problèmes d'éclairage. Si l'on voit un corps ou un objet, c'est parce que ses différents points réfléchissent la lumière et agissent, vis-à-vis de l'œil, comme sources secondaires. La brillance n'ayant généralement pas la même valeur aux différents points, parce que le facteur de réflexion

(1) La bougie internationale est définie au moyen de lampes étalons conservées dans les laboratoires nationaux.

n'a pas la même valeur, il se produit des contrastes qui permettent à l'œil de connaître la forme et les détails du corps ou de l'objet. Il est indispensable que l'éclairage artificiel donne des ombres suffisantes pour assurer la formation de ces contrastes : toutefois ceux-ci ne doivent pas dépasser un certain degré, sans quoi ils risqueraient de modifier l'aspect normal qui ont les objets sous la lumière naturelle, ou bien ils pourraient donner naissance aux phénomènes d'éblouissement.

Dans toute installation d'éclairage, quelle qu'elle soit, on doit prendre en attentive considération les points suivants : meilleur mode d'éclairage à utiliser; bonne diffusion de la lumière et réduction de l'éblouissement; valeur appropriée des éclairagements; constitution des ombres; uniformité d'éclairement; couleur de la lumière.

1° DIFFÉRENTS MODES D'ÉCLAIRAGE :

Les différents modes d'éclairage utilisés dans la pratique peuvent être classés en cinq catégories : éclairage direct; éclairage semi-direct; éclairage mixte; éclairage semi-indirect; éclairage indirect.

Dans l'*éclairage direct*, toute la lumière est envoyée vers le bas, dans la direction des points ou des plans d'utilisation.

Dans l'*éclairage semi-direct*, la majeure partie du flux lumineux est dirigée vers le bas, mais une certaine portion de la lumière va vers le plafond, qui la renvoie en la diffusant.

Dans l'*éclairage mixte*, il y a sensiblement autant

de lumière envoyée vers le haut que vers le bas : c'est le cas générale des enveloppes diffusantes en verre opalin.

Dans l'*éclairage semi-indirect*, la majeure partie du flux lumineux est dirigée vers le plafond, qui la renvoie en la diffusant, mais une certaine portion de la lumière va vers le bas.

Dans l'*éclairage indirect*, la totalité de la lumière est envoyée vers le plafond, de façon à faire jouer à celui-ci le rôle de source secondaire de grande superficie.

Avantages et inconvénients :

L'éclairage direct est le plus économique, mais il est moins agréable que l'éclairage indirect; les ombres sont dures et opaques, la source non dissimulée à la vue est éblouissante. L'éclairage indirect donne une diffusion parfaite de la lumière, mais il est plus onéreux, et l'absence d'ombres peut constituer un inconvénient. La diffusion totale de la lumière tend à faire paraître « plats » les êtres et les choses, à leur faire perdre leur caractère et leur individualité. Cet éclairage exige, en outre, des plafonds mats, propres, de couleur très claire. Les dispositifs d'éclairage semi-direct et semi-indirect présentent, dans une proportion variable, les avantages et les inconvénients des deux modes d'éclairage précédents; ils permettent donc de résoudre au mieux tous les problèmes qui se présentent : On donne la préférence à l'éclairage semi-direct chaque fois que l'économie de consommation est primordiale, et à

l'éclairage semi-indirect chaque fois que la question de confort est prédominante.

Outre le mode d'éclairage général d'une pièce, il faut considérer le mode d'éclairage local servant à renforcer en certains points l'éclairement sur les surfaces utiles telles que tables de travail, porte-musique, machines. L'éclairage local est utilisé également pour rendre un éclairage général moins dur. Quand une source lumineuse de petites dimensions se trouve placée très haut, les arcades sourcilières projettent sur les visages des ombres déplaisantes; les physionomies sont creuses. Les sources placées au niveau du visage donnent, au contraire, de jolis effets, à condition, bien entendu, qu'elles ne soient pas éblouissantes; c'est ce qui explique la vogue des lampes portatives et des appliques. Signalons également l'emploi de l'éclairage local pour la mise en valeur d'objets tels que tableaux ou pour la réalisation d'effets purement artistiques.

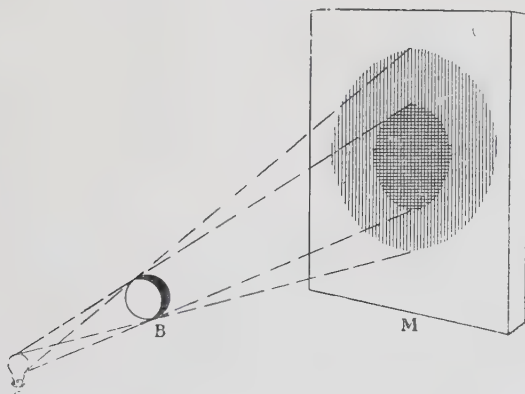
Il serait mauvais de n'employer que le mode d'éclairage local dans une pièce, car il y aurait de trop forts écarts d'éclairement entre les parties de la pièce ainsi éclairées et les parties non éclairées. L'œil serait alors victime des phénomènes d'éblouissement par contrastes et de perpétuelle adaptation expliqués plus haut.

2° DIFFUSION DE LA LUMIÈRE. — RÉDUCTION DE L'ÉBLOUISSEMENT.

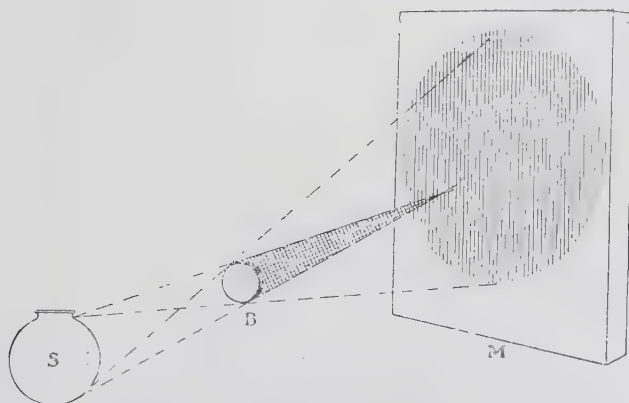
Lorsqu'un objet est éclairé par une source lumineuse de petites dimensions, l'ombre est dure et

opaque. On dit souvent qu'un éclairage produisant de telles ombres est cru.

Au contraire, si la source a un certain volume, l'ombre est environnée de pénombre. Chaque joint de la source agissant comme s'il était seul, on peut passer d'une façon continue de la région éclairée à la région sombre en rencontrant toutes les valeurs intermédiaires. L'ombre est douce et dégradée : la lumière est dite diffusée.



Ombre et pénombre engendrées par une source lumineuse de dimensions non négligeables (lampe opaline).



Pénombre douce engendrée par une source lumineuse de dimensions suffisantes (globe diffusant).

En poussant les choses à l'extrême, on arrive à supprimer complètement l'ombre proprement dite, et à ne plus conserver qu'une pénombre. L'ombre apparente est, en quelque sorte, transparente et floue au lieu d'être opaque et nettement délimitée comme dans le premier cas.

Certains dispositifs dont il sera question plus loin permettent même de rendre cette pénombre pratiquement négligeable : la diffusion est alors complète.

Enfin, si l'on utilise plusieurs sources lumineuses de petites dimensions, on obtient autant d'ombres que de sources, à moins que celles-ci ne soient suffisamment rapprochées pour que les ombres se mélangent.

Les spécialistes de l'éclairage ont donc à leur disposition les moyens nécessaires pour doser à leur gré le rapport des ombres et des pénombres.

Jusqu'à ces dernières années, on considérait un éclairage intense comme peu discret; on trouvait l'électricité commode, mais peu artistique. C'était un mal nécessaire que l'on supportait non sans doléances, en critiquant la lumière crue et l'intensité intolérable des lampes électriques. Certaines personnes s'efforçaient de tamiser cette lumière par différents moyens : elles n'arrivaient généralement qu'à en absorber une bonne partie et à réaliser des effets douteux de demi-obscurité. Ce fâcheux état de choses provenait de ce qu'on ne savait pas éclairer sans éblouir.

Les lampes électriques puissantes sont extrêmement éblouissantes à cause de la brillance très élevée

que présente leur filament en raison de la grande intensité lumineuse localisée sur une toute petite surface. Il est donc nécessaire de masquer ce filament par des dispositifs appropriés, formés d'écrans ou de surfaces opaques ou translucides. Un procédé simple consiste à utiliser comme source lumineuse secondaire la surface extérieure de l'ampoule; c'est là le but des lampes opales, émaillées ou dépolies. Mais cette surface n'est généralement pas assez volumineuse pour que la brillance soit suffisamment réduite. On fait alors usage d'enveloppes translucides en matières diffusantes, généralement désignées sous le nom de diffuseurs, dont il sera question plus loin. L'artifice le plus efficace pour éviter les effets d'éblouissement et obtenir une lumière parfaitement diffusée, consiste à utiliser le plafond comme source lumineuse secondaire. C'est le principe de l'éclairage indirect.

Certaines personnes s'imaginent que l'éblouissement provient d'un excès de lumière. Ce n'est jamais le cas dans nos installations. L'éblouissement provient toujours d'un défaut dans le système d'éclairage. Dans la campagne, à l'ombre d'un arbre, l'éclairement est cinquante fois plus fort que dans une salle bien éclairée; dans une rue, à l'ombre, il est trente fois plus fort; dans un appartement, près d'une fenêtre en plein jour, dix fois plus fort; et l'œil n'en souffre pas. Un éclairage peut être très intense et néanmoins dur ou éblouissant, suivant la façon dont il a été étudié et réalisé.

Nous avons indiqué à la fin de l'étude que nous

avons donné de l'éblouissement, les quatre principes fondamentaux que l'on doit s'efforcer d'observer dans toutes les installations.

3° ECLAIREMENTS NÉCESSAIRES :

Les éclairements obtenus sur les points ou sur les plans où s'exécutent des travaux doivent être suffisants pour permettre de réaliser, dans les meilleures conditions les différentes opérations que comportent ces travaux.

Le but de l'éclairage est de créer des contrastes suffisants pour permettre la perception des formes et des détails. D'autre part, il ressort de l'étude que nous avons faite de l'éclairage du plan utile, qu'il est nécessaire que l'éclairage atteigne certaines valeurs minima. Comme les contrastes sont créés non pas par le flux incident, mais par le flux réfléchi dans l'œil de l'observateur, ils dépendent, dans une large mesure, du facteur de réflexion des différents objets. Les valeurs de ce facteur de réflexion sont données ci-dessous à titre d'exemple pour quelques cas usuels :

Papier à dessin blanc	70 à 80 %
Trait de crayon mou	25 %
— dur	45 %
Etoffe noire	4 %
Velours noir	0,4 %

Il faut des éclairements d'autant plus élevés que le facteur de réflexion des objets à éclairer est plus petit ou que les contrastes à mettre en évidence sont

plus faibles : par exemple, il faut des éclairagements beaucoup plus élevés pour des travaux de couture sur des étoffes noires ou foncées que pour les travaux de lingerie. Les chiffres suivants donnent quelques valeurs approximatives du contraste (rapport des brillances pour un même éclairement.)

Etoffe noire et papier à dessin blanc ... $1/18$

Ecriture à la machine sur papier blanc .. $1/8$

Ecriture au crayon sur papier blanc $1/3$

Enfin, il ne suffit pas d'éclairer le plan utile, il faut éclairer suffisamment le voisinage et le reste de la pièce.

L'expérience a permis de fixer un certain nombre de valeurs de l'éclairage nécessaires pour l'exécution de différents travaux. Dans notre chapitre « éclairage et physiologie » nous avons reproduit un tableau donné par la « Société pour le Perfectionnement de l'Eclairage » ¹.

4° OMBRES :

Nous avons dit toute l'importance des ombres au sujet de la lumière diffusée.

5° UNIFORMITÉ

Lorsque l'œil se trouve soumis successivement à des conditions d'éclairage différentes, il a besoin d'un certain temps pour s'adapter. Deux régions voisines

(1) Dans la brochure « Projets d'éclairage » éditée par cette société on trouvera un tableau très complet des valeurs des éclairagements nécessaires dans tous les locaux usuels : établissements publics, locaux commerciaux, locaux industriels, appartements.

qui sont susceptibles d'être parcourues successivement par le regard ne doivent donc pas présenter de trop fortes différences d'éclairement. Il en est de même pour des salles voisines, ou pour des rues voisines, qui sont susceptibles d'être traversées ou parcourues successivement.

L'uniformité d'éclairement nécessaire peut être obtenue par un choix judicieux des appareils d'éclairage, ainsi que par une détermination soigneuse du nombre de ces appareils, de leurs hauteurs de suspension et de leurs emplacements.

On doit rechercher, non seulement l'uniformité d'éclairement dans l'espace, mais aussi l'uniformité dans le temps. Si des variations de brillance des sources lumineuses se produisent, il faut que ces variations soient lentes et progressives, ou bien il faut, au contraire, qu'elles soient suffisamment rapides pour que l'œil soit incapable de les percevoir en raison de la persistance des impressions lumineuses sur la rétine. Ce dernier cas se trouve réalisé lorsque les lampes sont alimentées par du courant alternatif à 50 périodes par seconde : leur brillance paraît constante. Au contraire, les courants alternatifs d'une fréquence plus basse (25 périodes par seconde, par exemple) donnent lieu à un papillotement pénible et fatigant. Ce papillotement est d'autant moins marqué que les filaments sont plus gros, c'est-à-dire que les sources lumineuses sont plus puissantes parce que le filament met plus longtemps à se refroidir au moment où le courant s'annule pour

changer de sens et qu'il se trouve encore chaud lorsque ce changement de sens est effectué.

6° COULEUR DE LA LUMIÈRE :

D'une façon générale, il faut que la couleur de la lumière artificielle ne diffère pas trop de la couleur de la lumière du jour. Dans certains cas, il est utile ou nécessaire que les objets soient vus sous le même aspect en lumière artificielle et en lumière naturelle : on utilise alors des lampes spéciales ou des appareils appropriés, donnant une lumière dite « lumière du jour », qui se rapproche beaucoup de cette dernière. L'emploi de ces sources est à recommander lorsqu'un éclairage d'appoint doit être superposé à l'éclairage diurne en raison de l'insuffisance de ce dernier.

Dans ces différents cas, pour que l'impression reçue par l'œil soit comparable à celle donnée par l'éclairage diurne, il faut que les éclairéments soient de même ordre de grandeur que ceux obtenus pendant le jour : il faut donc qu'ils aient une valeur plus élevée que ceux généralement préconisés par l'éclairage artificiel. Comme, d'autre part, les foyers lumineux établis pour imiter la lumière du jour ont une efficacité lumineuse relativement faible en raison de l'absorption élevée des verres colorés interposés, la puissance à mettre en jeu est beaucoup plus grande que dans une installation faisant usage de lumière artificielle ordinaire.

On peut aussi faire usage de sources naturelle-

ment colorées, telles que les tubes luminescents. Mais ces appareils sont d'une installation difficile et nécessitent un appareillage électrique compliqué.

Quant aux rayons ultra-violets émis par le filament incandescent, ils sont arrêtés par le verre de l'ampoule. Pour qu'ils puissent passer, il faudrait que cette ampoule fut établie en quartz transparent ou en verre tout à fait spécial.

Nous ne pouvons pas en dire autant des projecteurs et lampes à arc utilisées encore dans les studios où sont tournés les films cinématographiques. Ceci fait d'ailleurs l'objet d'un chapitre spécial.

CHAPITRE VII.

REALISATION DE L'ECLAIRAGE ARTIFICIEL

Du choix d'un fluide hygiénique pour éclairer.

C'est à la lumière solaire que l'œil est le plus sensible.

Nous avons vu dans l'historique quels moyens l'homme avait successivement employés pour la remplacer d'ailleurs imparfaitement. Il est incontestable que l'éclairage électrique universellement utilisé aujourd'hui, présente des avantages énormes.

Le dégagement de chaleur et éventuellement de gaz des sources lumineuses doit être limité. Une lampe à pétrole par exemple consomme plus d'oxygène que la respiration d'une personne. Ces lampes produisent de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau qui tendent à rendre incommode le séjour dans une pièce fermée. Les foyers lumineux ne doivent pas exposer à des dangers d'incendie et d'explosion; il est impossible de satisfaire complètement à cette prescription avec les lampes à flamme libre. Les mêmes inconvénients sont à relever pour le gaz d'éclairage avec en plus pour les fuites possibles des canalisations les dangers d'explosion, incendie, intoxication.

Une installation électrique bien faite peut ne présenter aucun danger. Les lampes électriques utilisent le mieux l'énergie dépensée à produire la lumière et ce sont elles qui permettent la réalisation d'un éclairage moderne à la fois hygiénique, économique et artistique.

Production de la lumière. Lampes à incandescence.

Pour obtenir de la lumière, il faut d'abord transformer le flux (débit) d'énergie en flux (débit) de lumière, puis il faut utiliser au mieux ce flux lumineux en le dirigeant sur les objets ou vers les régions que l'on désire éclairer.

La première transformation est généralement effectuée au moyen de lampes à incandescence.

Une lampe à incandescence est constituée par une ampoule en verre mince dans laquelle est placé un fil conducteur nommé filament, que le passage du courant électrique porte à l'incandescence. Pour éviter que ce filament soit « brûlé » par l'oxygène de l'air et soit, par suite, détruit très rapidement, on fait dans l'ampoule un vide aussi complet que possible, ou bien on y introduit un gaz inerte, tel que l'azote, dans lequel le filament ne peut subir aucune oxydation. Les lampes du premier type sont nommées « lampes à vide » et celles du second type « lampes à atmosphère gazeuse ».

Pendant un grand nombre d'années, le filament des lampes à incandescence a été constitué par du charbon aussi homogène que possible, obtenu par



Lampe électrique à incandescence, à atmosphère gazeuse.

des procédés et des traitements spéciaux. La température de fonctionnement d'un tel filament était d'environ 1.800° . Puis, comme la théorie et l'expé-

rience ont montré que l'efficacité lumineuse des lampes à incandescence, c'est-à-dire la quantité de lumière produite pour une consommation d'énergie électrique donnée, augmentait très rapidement à mesure que la température du filament était plus élevée on chercha à préparer industriellement certains métaux susceptibles de supporter, sans désintégration trop rapide, de très hautes températures : c'est ainsi que furent utilisées successivement les lampes à filament d'osmium de tantale, puis de tungstène (température de fonctionnement 2.240°). Quand fut inventée la lampe à atmosphère gazeuse avec filament boudiné¹, la température put être portée à 2.460° et même jusqu'à 2.700° dans les lampes de très forte puissance (1.000 watts).

La fabrication des lampes à incandescence repose donc sur un compromis entre deux conditions contradictoires : si la lampe a une efficacité lumineuse très élevée, elle dure peu de temps; si, au contraire, elle est établie pour durer longtemps, son efficacité lumineuse est faible.

Le plus souvent, les lampes sont fabriquées pour durer 800 à 1.000 heures en fonctionnement normal sur tension constante (vie utile). On considère généralement comme vie utile la période de temps qui s'écoule depuis la mise en service de la lampe jusqu'au moment où le flux lumineux a baissé de 20 %

(1) Ce filament est également en tungstène. Peut-être un autre métal permettra-t-il, dans l'avenir, d'obtenir des résultats encore meilleurs; à l'heure actuelle, le tungstène fait l'objet d'un emploi universel pour la fabrication des lampes à incandescence.

par rapport à sa valeur initiale¹. La rupture du filament, c'est-à-dire la mise hors service de la lampe, ne se produit généralement qu'un peu plus tard.

Ces points sont mal connus du public, dont la tendance naturelle est de considérer comme bonne une lampe qui dure très longtemps. C'est là une grave erreur. La lampe qui dure trop longtemps ne correspond généralement pas aux conditions du maximum d'économie.

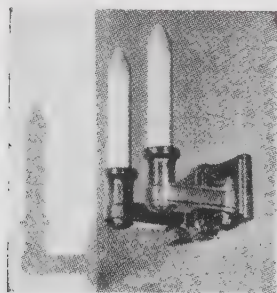
On se rend compte des progrès réalisés dans la fabrication des lampes à incandescence en remarquant que, pour l'émission d'un même flux lumineux et pour une vie utile sensiblement égale, les lampes actuellement d'usage courant absorbent une puissance à peu près quatre fois moins élevée que celle des anciennes lampes à filament de charbon.

Il est utile de savoir que l'emploi d'un petit nombre de lampes de forte puissance est beaucoup plus économique que l'utilisation d'un grand nombre de lampes de faible puissance. Ainsi, il faut plus de seize lampes à vide de 10 watts pour fournir le même flux lumineux total qu'une lampe à atmosphère gazeuse de 100 watts : la consommation est d'environ 60 % plus élevée dans le premier cas. L'emploi de lampes à atmosphère gazeuse n'est avantageux qu'à partir d'une certaine puissance (60 watts). D'ailleurs les lampes de la « série standard » sont établies pour réaliser un minimum de consommation, elles sont du type vide jusqu'à 60 watts et du type à atmosphère

(1) La diminution du flux lumineux provient de la désintégration du filament et du dépôt noir qui se forme à l'intérieur de l'ampoule.

gazeuse à partir de cette puissance. La série standard comprend les mêmes lampes avec dépolissage intérieur de l'ampoule. On fabrique également des lampes en verre opalin ou émaillé, dont l'utilité est indiquée plus loin, et des lampes demi-dépolies ou demi-émaillées (partie inférieure de l'ampoule) que l'on emploie dans des réflecteurs appropriés. On utilise aussi les lampes dites : « lumière du jour » dont le verre bleuté spécial absorbe les rayons rouges en excès de façon à donner un éclairage qui se rapproche de la lumière naturelle : l'efficacité lumineuse de ces lampes est de 30 à 40 % plus faible que celle des lampes ordinaires et leur vie utile est plus courte.

Les « lampes flamme » ne sont pas à recommander, car elles ont une efficacité lumineuse médiocre et une durée utile réduite par suite du noircissement rapide de l'ampoule. Les lampes tubulaires peuvent donner de bons résultats si elles sont bien construites. Les « philinea » ont deux culots latéraux, elles mesurent 50 centimètres et ont 30 millimètres de diamètres. Elles conviennent parfaitement pour l'éclairage des miroirs. Certaines lampes analogues de



Lampes tubes bougie.

forte puissance ont été établies pour l'éclairage des scènes de théâtre, ou pour l'utilisation de projecteurs appropriés : elles pourraient être employées dans l'intérieur moderne.



Lampe tube.

Les lampes de projection, à filament très ramassé, qui peuvent également faire l'objet de certaines applications, ont une efficacité lumineuse élevée, mais leur vie utile est inférieure à celle des lampes ordinaires. La lumière émise par ces lampes est très blanche.

Les lampes à vapeur de mercure ont été avantageusement utilisées pour l'éclairage industriel aux Etats-Unis.

La lumière produite dans ces lampes est engendrée par la luminescence d'une colonne de vapeur de mercure à très faible pression, contenue dans un tube de verre qui a en général 1 m. 40 de long et 2,5 cm. de diamètre. Le flux lumineux total émis par un tel tube est d'environ 6.680 lumens. La vie utile d'une telle lampe peut dépasser 3000 heures. La brillance de la colonne lumineuse est de l'ordre de 2,3 bougies par centimètre carré, ce qui réduit les risques d'éblouissement par vue directe de la source.

Malheureusement la composition de la lumière émise diffère beaucoup de celle émise par le soleil ou par les corps incandescents : le bleu et le vert sont en excès notable par rapport aux éléments constitutifs de la lumière blanche. Il en résulte que cer-

taines couleurs se trouvent profondément modifiées, ce qui donne aux visages un aspect cadavérique. Mais, pour l'éclairage industriel, cela ne présente pas d'inconvénient dans les cas où la notion de la couleur exacte des objets n'est pas indispensable à la bonne exécution des opérations.

Les appareils pour éclairer.

Les sources lumineuses usuelles émettent généralement des rayons lumineux à peu près dans toutes les directions.

Or, ce qui importe surtout dans une installation d'éclairage, ce n'est pas tant d'obtenir une certaine quantité de lumière que de pouvoir disposer de cette lumière aux points où elle est utile, en la dirigeant et la répartissant, suivant les besoins, par des procédés appropriés.

D'autre part, les sources lumineuses exercent sur l'œil des effets d'éblouissement que nous avons étudiés plus haut et qu'il importe d'éviter en masquant ces sources à la vue directe par l'interposition d'écrans opaques ou translucides.

Ces deux conditions fondamentales ont conduit à la création d'un certain nombre de types d'appareils ayant pour fonctions principales :

de modifier, suivant les besoins, la répartition de la lumière émise;

de rendre effectivement utilisable la plus grande partie possible de cette lumière;

de réduire au minimum les effets d'éblouissement;

de permettre l'obtention d'un éclairage agréable et confortable;

Les éléments constitutifs des divers appareils sont composés de surfaces réfléchissantes et de surfaces diffusantes. Leur étude et leur description font l'objet du présent chapitre.

MATÉRIAUX UTILISÉS POUR L'ÉTABLISSEMENT DES APPAREILS D'ÉCLAIRAGE.

Les appareils construits pour l'utilisation de la lumière émise par la lampe électrique consistent en réflecteurs ou en diffuseurs, et, très fréquemment, en combinaison des deux. Avant d'en décrire les principaux types, il convient d'étudier les matériaux dont ils sont constitués.

I. Matériaux opaques :

Le flux lumineux qui rencontre une surface opaque étant renvoyé dans d'autres directions; les appareils utilisant les matériaux opaques sont surtout destinés à diriger la lumière.

Chaque point d'une surface réfléchissante peut être considéré comme un petit miroir plan pour lequel la loi de la réflexion simple est applicable. En modifiant la forme de cette surface on peut modifier corrélativement la direction des rayons réfléchis : Si l'on creuse la surface, par exemple, on pourra concentrer en un point donné, un faisceau de rayons parallèles tombant sur cette surface; si on la bombe au contraire, on fera diverger les rayons lumineux; si on

la fait plane, on renverra les rayons parallèlement, etc. On pourra également modifier la direction des rayons réfléchis en modifiant la position de la source par rapport à la surface réfléchissante.

— Métaux polis et verre argenté :

Les réflecteurs en métal poli ont un pouvoir réflecteur relativement élevé. Le nickel a un facteur de réflexion moyen de 55 à 60 % ; l'aluminium, de 62 % ; l'argent, de 88 % ; le chrome, de 65 %.

Les trois premiers se ternissent assez rapidement : aussi les recouvre-t-on quelquefois d'une pellicule de vernis qui offre l'inconvénient d'abaisser de 25 à 30 % le facteur de réflexion moyenne.

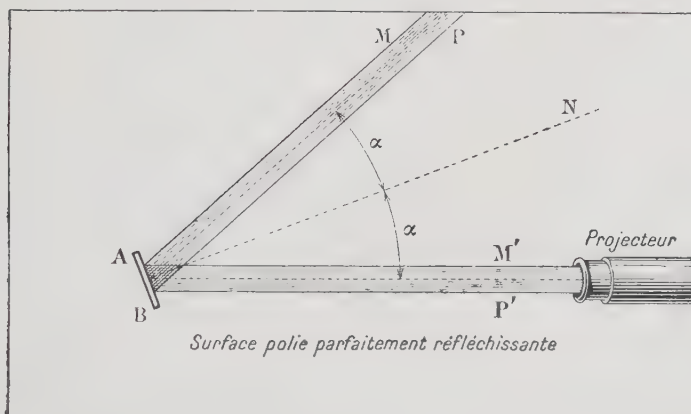
L'emploi de réflecteurs en métal chromé se répand de plus en plus : leur facteur de réflexion diminue peu avec le temps ; leur réflexion présente une sélectivité notable.

On utilise aussi des réflecteurs en acier inoxydable, dont le facteur de réflexion moyenne est de l'ordre de 40 % ; leur réflexion est très sélective, et la lumière réfléchie est bleuâtre.

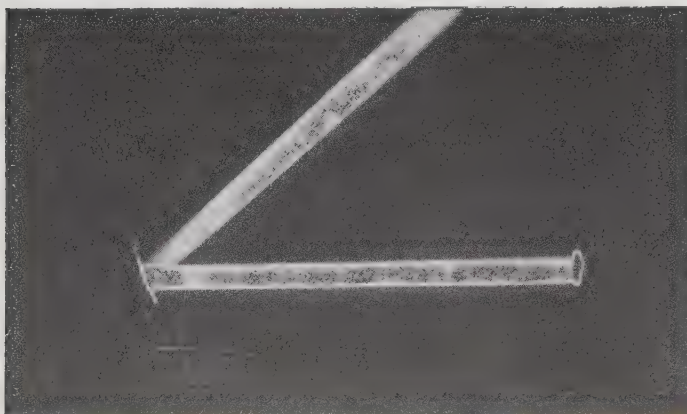
L'emploi du verre argenté est très recommandable, car les appareils conservent indéfiniment leurs propriétés réfléchissantes si l'argenture est fixée solidement au verre. Fragilité et prix souvent élevé en limitent l'emploi.

On peut colorer le verre en bleu pour rendre lumière réfléchie plus blanche et plus proche de la lumière du jour. Ces réflecteurs sont utilisés pour la comparaison des couleurs et pour les opérations dentaires ou chirurgicales.

Les réflecteurs lisses en métal poli ou en verre argenté présentent, pour certaines applications, l'inconvénient de projeter, sur les surfaces à éclairer des



Réflexion d'un faisceau de rayons lumineux parallèles sur une surface en métal poli.



Photographie d'un faisceau de rayons parallèles réfléchis sur une surface en métal poli.

images brillantes du filament ou des stries. Ces points brillants peuvent être éliminés, en pratique, par l'emploi de réflecteurs dont la surface est munie de

cannelures, de rayures, de chevrons ou de stries. Un léger dépolissage de la lampe permet également d'éviter les images nuisibles du filament. Dans les deux cas, la lumière réfléchie se trouve partiellement diffusée.

— Métal émaillé et aluminium mat.

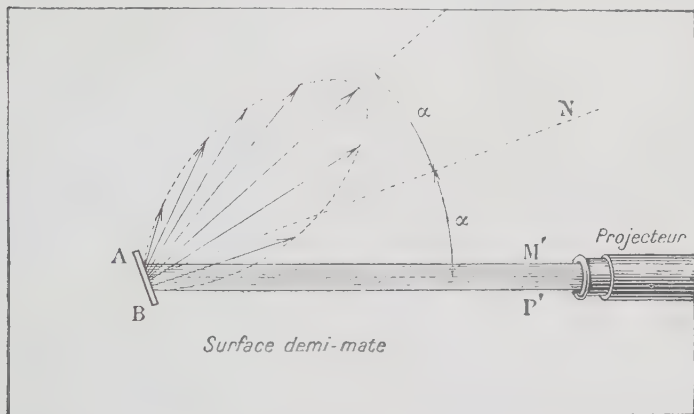
La surface des appareils en métal émaillé consiste en une couche de matière vitrifiée blanche en contact étroit avec un support métallique (généralement de la tôle d'acier). Cette couche doit être très dense, afin de n'être traversée que par une très minime portion de la lumière qui, pénétrant jusqu'au support métallique, s'y trouve absorbée et, par suite, perdue. Les différentes qualités d'émail présentent de notables variations au point de vue du rendement. Les appareils de bonne qualité sont d'un blanc légèrement bleuté; leur émail ne doit pas jaunir à l'usage.

Les figures montrent la distribution caractéristique des rayons lumineux réfléchis et diffusés par une surface émaillée.

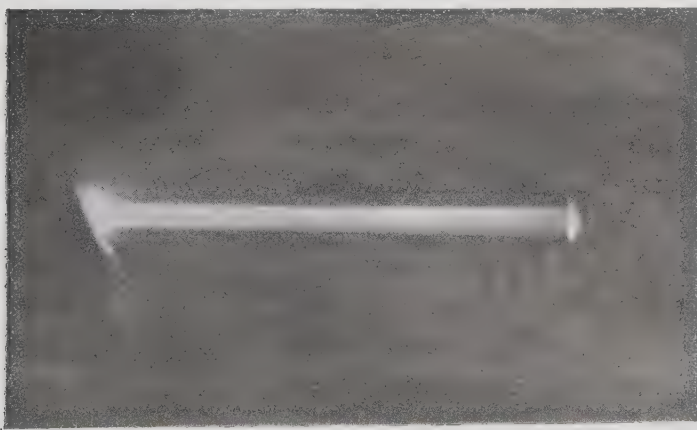
On voit que la répartition des intensités correspond à la réflexion semi-diffuse, dans laquelle une portion de la lumière incidente est diffusée et une autre portion réfléchie suivant les lois de la réflexion régulière. La portion réfléchie du flux lumineux incident est d'autant plus importante que l'angle d'incidence se rapproche plus de l'angle de réflexion totale, la matière vitrifiée se comportant, sous cet angle, à peu près comme une lame de verre.

On emploie quelquefois, pour la construction de réflecteurs diffusants, l'aluminium mat, qui présente

les caractéristiques de la réflexion semi-diffuse combinées, dans une certaine mesure, à celles de la réflexion régulière. L'aluminium conserve son pou-



Réflexion semi-diffuse d'un faisceau de rayons parallèles sur une surface demi-mate.

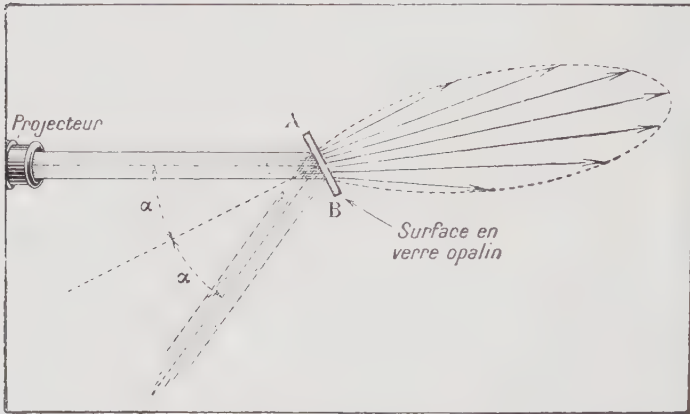


Photographie d'un faisceau de rayons parallèles tombant sur une surface en métal émaillé.

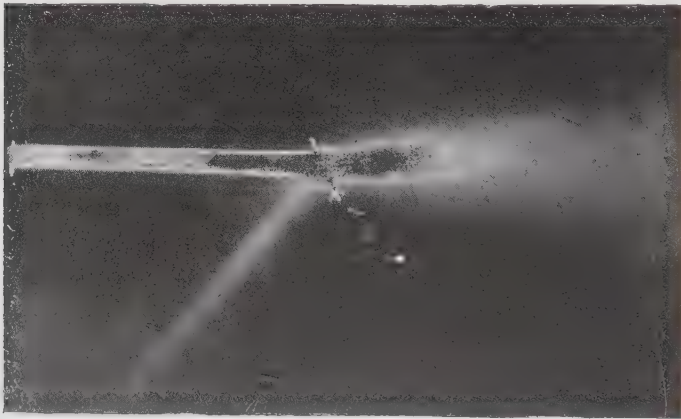
voir réflecteur durant un temps relativement long, grâce à la couche d'oxyde qui protège la surface du métal. Il est d'un prix relativement bas.

II. Matériaux translucides :

Le matériau translucide le plus employé est le verre diffusant, opalin ou dépoli. Les figures donnent



Réflexion et transmission diffuse d'un faisceau de rayons parallèles tombant obliquement sur une surface en verre opalin.



Photographie d'un faisceau de rayons lumineux parallèles tombant obliquement sur une plaque en verre opalin.

une idée de la diffusion et de la réflexion régulière sur plaque de verre diffusant.

Les verres opalins contiennent, en suspension dans

la masse, des granules de très faibles dimensions présentant un indice de réfraction différent de celui du verre. Les rayons lumineux qui rencontrent ces particules changent de direction et se trouvent diffusés. Suivant les dimensions des particules, leur nombre par unité de volume et l'épaisseur du verre, on obtient des verres opalins plus ou moins denses. Un verre opale est dit dense s'il a un pouvoir réflecteur élevé. Dans ce cas, son facteur de transmission est, en général, assez faible. On utilise donc ces verres pour la construction des réflecteurs et l'on choisit, par contre, des verres opalins légers, c'est-à-dire de faible pouvoir réflecteur mais possédant un facteur de transmission élevé, pour la construction des diffuseurs.

La diffusion dépend de trois facteurs :

de la quantité de matière séparée de la solution dans le verre;

des dimensions des particules de la matière séparée;

de la différence entre les indices de réfraction du verre et celui de la matière séparée.

On conçoit facilement que si la quantité de matière séparée de la solution est très petite, une plus ou moins grande quantité de lumière passe à travers le verre, suivant un faisceau continu et seule une petite fraction est diffusée. Lorsque la quantité séparée augmente, la proportion de lumière directement transmise diminue corrélativement, et la proportion de lumière diffusée augmente; de plus, une

portion plus importante de la lumière se trouve réfléchie.

D'autre part, pour qu'une particule soit susceptible d'affecter la direction des rayons lumineux, il faut qu'elle ait une dimension maxima qui soit de l'ordre de grandeur de la longueur d'onde des radiations qu'elle reçoit. Si l'on prépare un échantillon de verre opalin dont les particules sont de petites dimensions par rapport à la longueur d'onde de la lumière, ce verre diffusera surtout les radiations de petites longueurs d'onde, c'est-à-dire celles qui correspondent aux couleurs violette, bleu et verte du spectre : les radiations de plus grande longueur d'onde, c'est-à-dire le jaune orangé et le rouge, seront peu affectées. Si l'on place derrière un échantillon d'un tel verre une lampe à incandescence, les radiations rouges et orangées se propageront en ligne droite et donneront une image rougeâtre du filament. Les verres opalins de ce genre étaient communs il y a quelques années; mais les travaux récents sur la séparation des particules dans le verre ont conduit à certaines possibilités de contrôle relativement à leur quantité et à leurs dimensions. Ce contrôle dépend :

de la quantité de matière opalisante contenue dans le verre lorsque celui-ci est fondu et prêt à être utilisé (cette quantité n'est pas la même que la quantité contenue dans le verre non travaillé);

de la température d'opération et de la vitesse de refroidissement;

enfin de l'obtention d'une viscosité convenable du verre à la température à laquelle se produit la sépa-

ration, afin de permettre aux particules d'atteindre la grosseur désirée.

Les plus importants de ces facteurs sont la température d'opération et la vitesse de refroidissement qui doivent faire l'objet d'un contrôle strict et scientifique. A 700, 800, 900° C., les particules ont une forme sphérique. Entre 1.000° et 1.200°, elles diminuent de diamètre et prennent des formes cristallines, qui donnent au verre une grande fragilité.

Les verres dépolis sont obtenus par l'attaque de la surface du verre clair au moyen d'acide ou par projection d'un jet de sable entraîné par de l'air comprimé.

L'effet diffusant de ces verres est très différent de celui des verres opalins, car la diffusion se produit uniquement au moment où la lumière traverse la surface dépolie. On conçoit donc que, pour un même degré de diffusion, l'absorption de la lumière soit moindre dans les verres de cette catégorie que dans les verres opalins. En outre, comme le dépolissage est produit à froid, l'opération peut être réglée de façon à donner exactement le degré d'irrégularité désiré, depuis un dépoli très léger (satinage) jusqu'au dépoli le plus rugueux. Des résultats très uniformes peuvent être obtenus lorsqu'on fixe soigneusement le mode opératoire, de sorte que l'on peut reproduire à volonté tel dépolissage correspondant au degré de diffusion que l'on désire.

Les verres dépolis présentent aussi l'avantage de n'être pas sélectifs, c'est-à-dire que la lumière conserve la même composition en les traversant.

L'absorption des verres dépolis est plus faibles lorsque le côté dépoli est tourné vers la source lumineuse que dans le cas contraire.

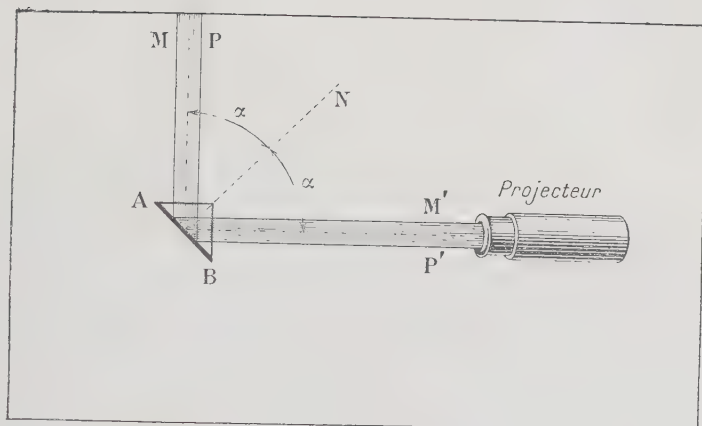
Le verre dépoli à l'acide est utilisé actuellement dans la fabrication des lampes à incandescence dont l'ampoule est dépolie intérieurement (lampes perle). Les anciennes lampes dépolies extérieurement présentaient l'inconvénient d'absorber plus de lumière que les lampes à dépolissage intérieur. De plus, comme tout appareil en verre dépoli elles étaient rapidement salies par les dépôts de poussières.

Les rugosités que présente la surface du verre dépoli affectent une forme cristalline : les dimensions des cristaux sont très petites, mais sont néanmoins plus grandes que celles des particules en suspension dans le verre opalin.

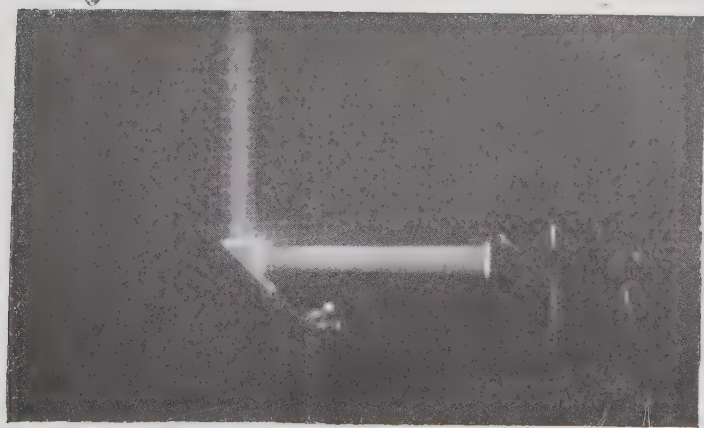
III. *Les verreries claires :*

Ces verreries sont en général, moulées ou taillées suivant des arêtes prismatiques de façon à utiliser les propriétés de la réfraction et de la réflexion totale. Leur principal avantage consiste en ce qu'on peut calculer et combiner la forme des prismes pour obtenir la répartition désirée des rayons lumineux en même temps qu'une excellente diffusion.

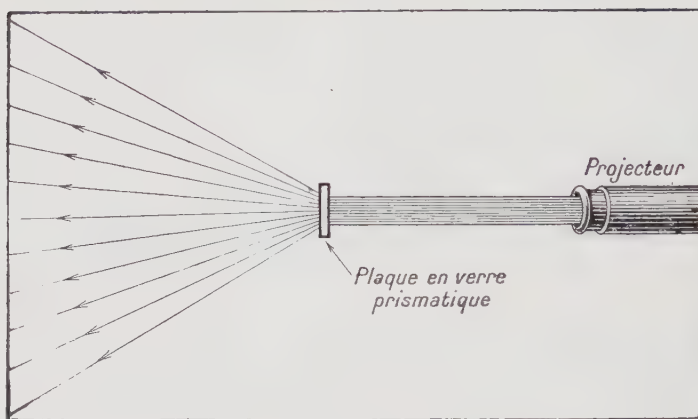
Ces verreries présentaient parfois l'inconvénient de jaunir à l'usage. On est parvenu à obtenir des verreries qui conservent toute leur transparence.



Réflexion d'un faisceau de rayons lumineux parallèles
sur un prisme à réflexion totale.



Photographie d'un faisceau de rayons parallèles réfléchis
par un prisme à réflexion totale.



Diffusion d'un faisceau de rayons lumineux parallèles
par une plaque en verre prismatique.



Photographie d'un faisceau de rayons parallèles
traversant une plaque de verre finement strié.

TYPES FONDAMENTAUX D'APPAREILS D'ÉCLAIRAGE.

Les constructeurs ont établi, dans ces dernières années des séries d'appareils d'éclairage, souvent désignés sous le nom d'appareils rationnels, qui sont basés sur une bonne technique et dont l'emploi permet de résoudre la plupart des problèmes usuels.

Ces appareils rendent de grands services pour l'éclairage des usines, des bureaux, des magasins, des salles communes, etc. Pour l'éclairage des intérieurs, ils paraissent fréquemment trop peu décoratifs, et le goût français, souvent individualiste, s'accommode quelquefois mal de leur emploi. C'est la raison pour laquelle, dans les intérieurs quelque peu luxueux, on s'efforce de chercher des solutions particulières ou originales, dont l'étude n'est pas toujours basée sur une connaissance suffisante de la technique, et dont les résultats sont trop fréquemment décevants, soit parce que l'éclairage obtenu ne répond pas à ce que l'on attendait au point de vue qualitatif et quantitatif (hygiène), soit parce que la consommation d'énergie électrique est excessive (économie), soit enfin parce que l'effet décoratif recherché ne se trouve pas réalisé (beauté).

Bien que la plupart des usagers désirent éviter, pour l'éclairage des pièces principales de leurs habitations, l'emploi de tels appareils « de série », il est néanmoins nécessaire qu'une description succincte en soit donnée.

D'une façon générale, tout appareil d'éclairage est

destiné à modifier, suivant les besoins, la répartition du flux lumineux émis par une source.

On appelle *rendement* d'un appareil d'éclairage le rapport entre le flux lumineux total sortant de cet appareil et le flux lumineux total émis par la lampe nue employée pour l'essai de l'appareil.

On entend par réflecteurs ou diffuseurs symétriques ceux qui donnent la même courbe de répartition de l'intensité lumineuse dans les différents plans passant par l'axe de la lampe. La lampe est centrée dans ces appareils qui sont de révolution. Les appareils dyssymétriques ou asymétriques s'opposent aux précédents. Ils sont utilisés pour diriger la lumière dans certaines régions.

Les appareils qui tendent à concentrer la lumière dans une région étroite sont dits concentrants; ceux qui, au contraire, étalent la lumière dans une région plus largement ouverte sont dits extensifs.

Il importe de remarquer qu'on ne peut dire d'une façon absolue qu'un appareil est bon ou mauvais, sans apprécier ses conditions d'emploi. En effet, l'utilisation d'un appareil donné dépend essentiellement du local à éclairer, des caractéristiques de réflexion des murs et des plafonds, de la hauteur de suspension, etc. Chaque type d'appareils a un champ d'application bien déterminé, et l'on ne doit jamais baser un jugement sur la simple observation de l'éclairage produit sur un plan d'utilisation situé juste au-dessous de l'appareil considéré.

Appareils directs :

Les appareils d'éclairage direct, constitués par des réflecteurs opaques de différentes formes, accompagnés ou non de globes ou d'écrans diffuseurs sont d'un emploi fréquent pour l'éclairage des mines et des grands espaces couverts.

Pour l'éclairage des intérieurs, ils sont rarement utilisés parce qu'ils laissent dans l'ombre le plafond et certaines parties de la pièce; ils sont en outre un peu éblouissants surtout s'ils sont placés trop bas, et donnent une lumière relativement dure, en général insuffisamment diffusée.

Il est certain que lorsque ces appareils sont utilisés suivant les principes d'une bonne technique, ils sont d'un emploi plus économique que les appareils d'éclairage indirect. Mais on peut aisément se rendre compte que, dans les rares cas où ils sont utilisés pour l'éclairage des intérieurs, ils ne sont presque jamais disposés suivant les principes de la plus stricte économie : on emploie généralement un grand nombre de petites lampes et des réflecteurs ayant de médiocres rendements.

Dans ces conditions, il devient aussi économique sinon plus, de recourir à un éclairage indirect ou semi-indirect et judicieusement étudié qui lui, aura l'avantage d'être hygiénique.

Appareils semi-directs :

Les appareils semi-directs, qui laissent filtrer vers le plafond une portion du flux lumineux de la source,



Exemples d'appareils directs : réflecteurs simples en tôle émaillée; réflecteurs en tôle émaillée avec globe ou écran diffuseur; réfracteur en verre prismatique : réflecteur en verre argenté avec coupelle en verre dépoli.

sont plus fréquemment utilisés que les précédents pour l'éclairage des intérieurs.

Un grand nombre d'appareils décoratifs, composés de plaques ou d'éléments divers en verre opale, émaillé ou dépoli, dont quelques exemples sont donnés plus loin, appartiennent à la catégorie des appareils semi-directs.

Pour éviter l'éblouissement les constructeurs ont établi des appareils munis de dispositifs masquant complètement la lampe. Ce sont alors des appareils mixtes ou

Diffuseurs clos :

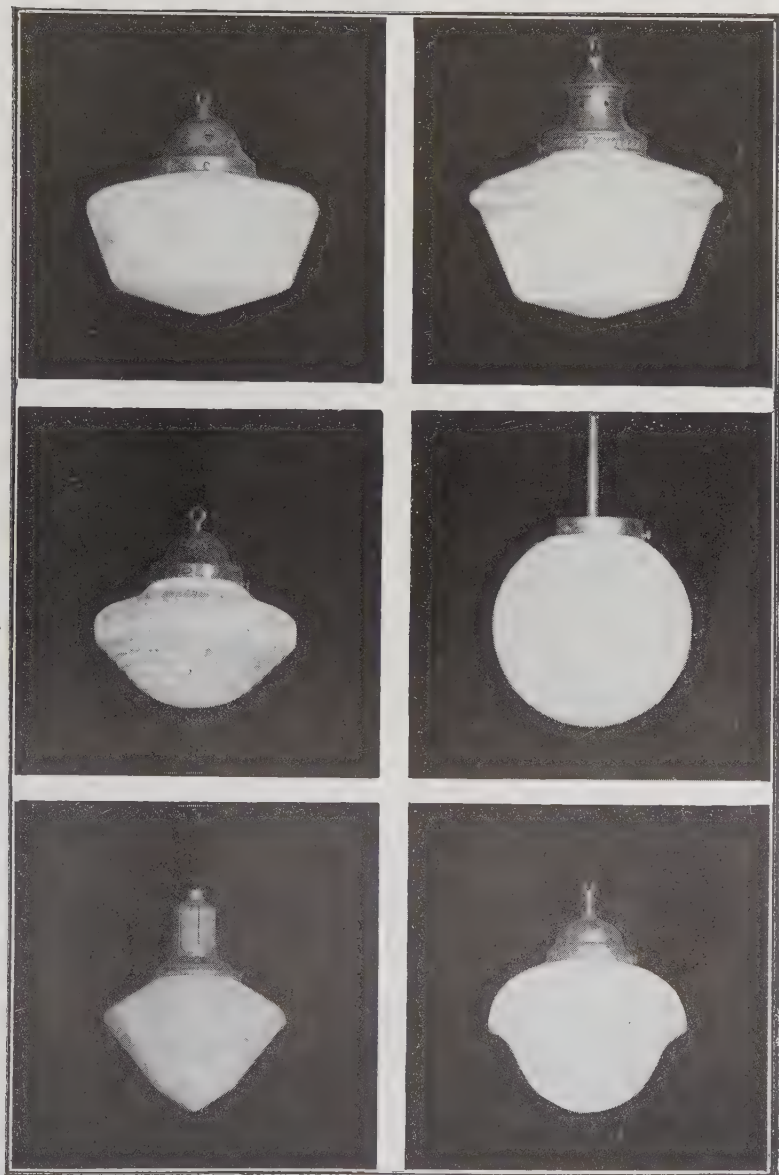
Leur rôle essentiel est de répartir sur une plus grande surface émissive le flux lumineux produit, de façon à adoucir les ombres et à supprimer l'éblouissement. Ils agissent, en somme, comme source secondaire vis-à-vis de l'œil.

Il faut que la matière dont ils sont constitués soit parfaitement diffusante pour que leur aspect lumineux soit uniforme. Cette condition se trouve réalisée quand on utilise certains verres opalins étudiés plus haut, la pâte de verre, l'albâtre, la silice fondue, etc. On ne doit pas voir à travers l'appareil une plage brillante environnée d'un halo; la diffusion est alors insuffisante et l'éblouissement persiste, quoique atténué.

Pour éviter l'éblouissement, les diffuseurs doivent avoir certaines dimensions minima, calculées d'après la puissance des lampes utilisées. Par conséquent, on ne doit pas faire usage, dans ces appareils, de lampes



Exemples d'appareils semi-directs : réflecteurs en verre opale dense avec masques, écrans, ou coupelles en verre opalin.
 réflecteurs-diffuseurs en verre opale ouverts à la partie inférieure.



Exemples de diffuseurs clos de diverses formes en verre opalin.

d'une puissance supérieure à celle prévue par le constructeur pour le modèle envisagé; on peut, au contraire, utiliser sans inconvénient des lampes d'une puissance moindre, et c'est là une pratique à conseiller pour les habitations.

Les diffuseurs dont il s'agit ne modifient pas la répartition du flux lumineux produit par la lampe, quand leur forme ne s'écarte pas trop nettement de la forme sphérique ou quand le filament incandescent n'est pas placé à peu près au centre de l'appareil. Ce sont d'ailleurs là des conditions de bon rendement.

Ces appareils clos présentent l'avantage d'une transparence complète du corps en verre tout en évitant l'introduction de poussières ou d'insectes à l'intérieur de l'armature. Parmi eux nous pensons utile de signaler les diffuseurs « phililite » dotés de globes d'un grand pouvoir diffusant. Le verre spécial comprend trois couches superposées : une couche très mince de verre opalin insérée entre deux couches de verre clair. On obtient ainsi une très bonne diffusion pour une absorption très réduite. La boule Fontaine est en verre opale doublé à très haut rendement; le hublot opale de la même maison convient pour l'éclairage des pièces basses de plafond ainsi que pour les salles de bains et les hôpitaux.

Appareils semi-indirects :

Ces appareils sont formés de réflecteurs translucides dirigeant vers le plafond la majeure partie du flux lumineux. Un exemple en est donné par la

coupe en verre opale, en albâtre ou en matière équivalente, qui a fait l'objet de nombreuses applications. Bien entendu, de telles coupes doivent être blanches ou de couleur claire, car les matières colorées absorbent beaucoup de lumière : c'est une erreur, d'ailleurs fréquente d'utiliser pour la fabrication de coupes d'éclairage des matériaux teintés ou veinés.

Le principal inconvénient des appareils de ce genre, ouverts à leur partie supérieure, provient de la formation de dépôts de poussières, qui tapissent rapidement leur surface interne et en abaissent le pouvoir réflecteur. On peut fermer ces appareils par des verrières claires ou satinées ou même à nervures prismatiques.

Les torchères, munies de coupes ou vasques en albâtre ou en matière équivalente contenant un certain



Torchère pour éclairage semi-indirect (Saunier, Duval, Friquet).

nombre de lampes, constituent également des appareils d'éclairage semi-indirect, mais le flux lumineux effectivement dirigé vers le plafond est relativement



Exemples d'appareils semi-indirects : diffuseur-réflecteur en verre opale dense à la partie inférieure et en verre opalin, dépoli ou satiné à la partie supérieure; réfracteur en verre prismatique (en bas à gauche).

peu important et, en tout cas, beaucoup moindre qu'avec les dispositifs dont il est question ci-dessus.

Il existe des appareils semi-indirects, souvent désignés sous le nom d'adapteurs, qui permettent de

réaliser un bon éclairage au moyen de torchères ou de lampes portatives munies d'abat-jour.

Un tel appareil consiste, soit en un réflecteur en verre argenté surmontant un globe opale de forme



« Adapteur » pour éclairage
semi-indirect.

appropriée soit, plus simplement en un réflecteur profond en verre opale dense. Ce réflecteur masque complètement à la vue la lampe de forte puissance utilisée, et dirige vers le plafond la majeure partie de la lumière émise. La portion du flux qui traverse le verre opale dans l'un ou l'autre de ces dispositifs donne un peu d'éclairage direct, qui rend lumineux l'abat-jour ou les écrans translucides qui forment l'habillage de l'appareil. On obtient ainsi un éclairage doux qui paraît donné par cet habillage lumineux, alors que, en réalité, la lumière provient principalement du plafond. Bien entendu, le bord supé-

rieur de telles torchères ou lampes portatives doit être à une hauteur telle qu'une personne debout ne puisse pas apercevoir l'intérieur du réflecteur ou la lampe.

Appareils indirects :

Dans ces appareils, le flux lumineux émis par les lampes est reçu par des dispositifs spéciaux qui le dirigent vers le plafond. Celui-ci, qui doit être de couleur très claire et mate, joue le rôle de source secondaire et diffuse la lumière dans toute la pièce.

Un bon éclairage indirect doit généralement répondre aux deux conditions suivantes :

l'éclairement du plafond doit être aussi uniforme que possible;

la consommation d'énergie électrique ne doit pas être excessive.

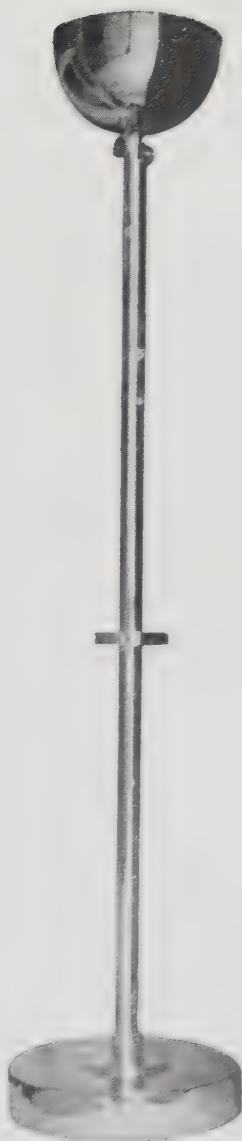
La première considération est imposée par des considérations esthétiques sur lesquelles tout le monde paraît d'accord, à moins qu'il ne s'agisse de réaliser certains effets spéciaux. La question d'économie doit être prise en très sérieuse considération par l'ingénieur chargé de l'étude d'une installation d'éclairage. Cette question ne doit pas être une entrave à l'extension de l'éclairage indirect qui est certainement le mode le plus hygiénique.

Il est bon de savoir que, d'une façon générale, les éclairages indirects par corniches sont difficiles à réaliser, donnent fréquemment lieu à des mécomptes et conduisent le plus souvent à des consommations

exagérées. On trouvera dans les chapitres suivants un certain nombre de réalisations qui ont permis d'obtenir de bons résultats. Mais ces installations sont le résultat de travaux sérieux étudiés par des spécialistes.

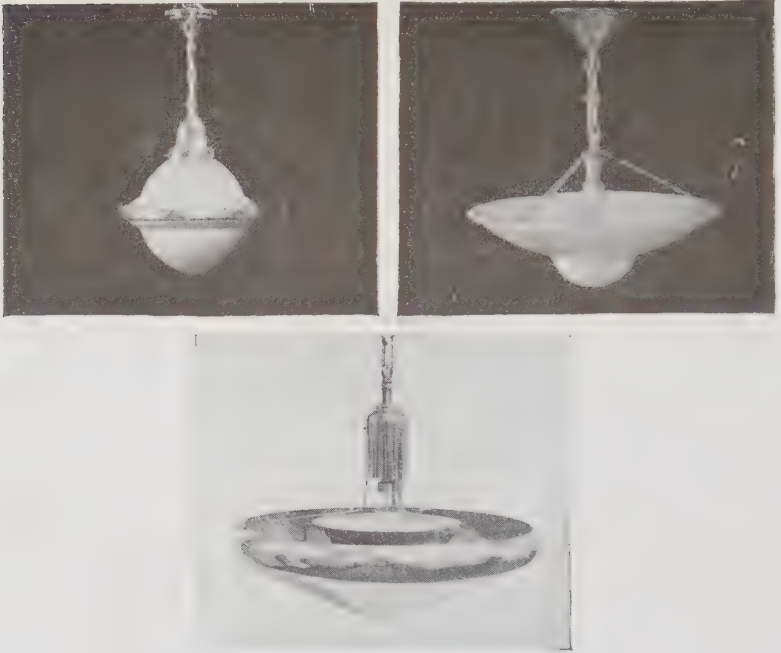
L'éclairage indirect par sources localisées, qui permet d'employer un nombre réduit de lampes de forte puissance et par conséquent d'efficacité élevée, est au contraire, facile à réaliser. Le système le plus simple consiste à employer des coupes opaques fixées sur un piédestal ou suspendues au plafond, qui donnent d'excellents résultats.

Pour faire à la diffusion de l'émission lumineuse et pour éviter que la poussière ne s'accumule dans les appareils, on peut en obturer la partie supérieure par un demi-globe en verre clair ou légèrement dépoli. La torchère « Philhome » porte une coupe en résine pressée légèrement translucide qui, par son ton brun crée une atmosphère plus intime dans la pièce. Pour diviser le faisceau réfléchi par le miroir



Torchère pour éclairage totalement indirect (Desay).

argenté on a placé dans la coupe deux lames verticales et croisées de couleur blanche. Ce dispositif évite la formation d'images circulaires au plafond. L'éclairage indirect peut se faire également par

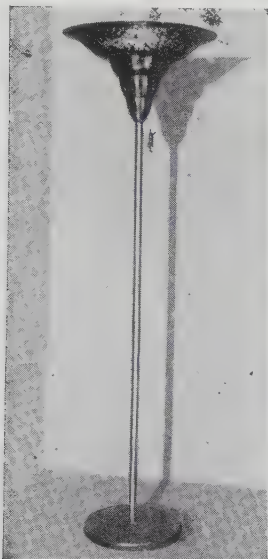


Exemples d'appareils indirects : réflecteur en verre argenté avec ou sans habillage extérieur, muni ou non d'un demi-globe supérieur en verre dépoli; réflecteur en tôle émaillée en forme de coupe.

appliques qui permettent de supprimer l'appareil central.

On a créé les appareils « Trigalite » destinés à envoyer une nappe de lumière sur une surface auxiliaire, plafond, mur, rideau, qui devient source secondaire. Le système optique du « Trigalite » est constitué par une lentille torique à échelons dite len-

tille de Fresnel. Si l'on place une lampe au foyer de cette lentille, les rayons sortent en une nappe de lumière comprise entre deux plans parallèles et,



La torchère « Philihome ».

lorsqu'on déplace la lampe sur l'axe de révolution de l'optique, les rayons s'inclinent tout en restant, dans un même plan vertical, parallèles entre eux. Pour éclairer une surface, on dispose donc l'appareil de telle manière que l'axe soit normal à cette surface et l'on donne à la source une position telle que tout le faisceau soit utilisé comme l'indique la figure.

Pour éviter l'éblouissement qui pourrait être causé par des points lumineux de grande brillance au niveau de la len-



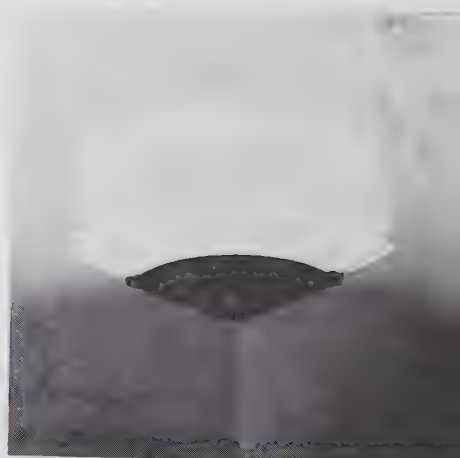
tille on est conduit, lorsqu'elle n'est pas cachée par un dispositif architectural, à munir le « Trigalite » d'ailettes en verre dépoli ou éventuellement en toute autre matière, placées de manière à masquer com-



Trigalite 00°.



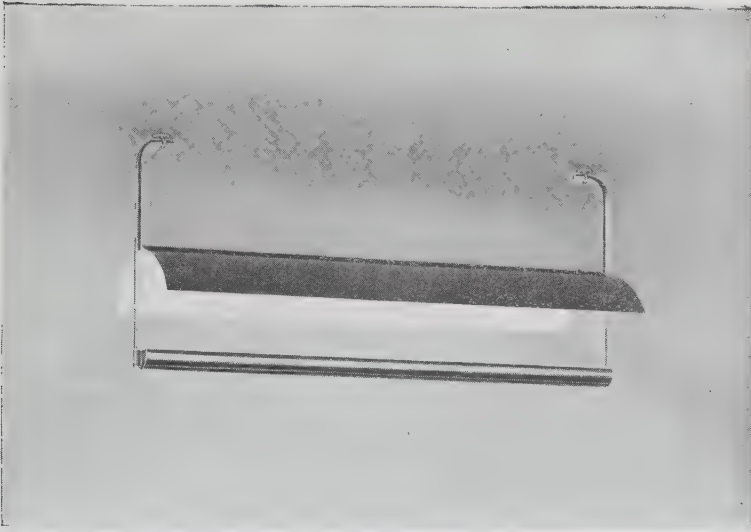
Trigalite 180°.



Trigalite 90°.

plètement l'optique à la vue des personnes qui se trouvent dans la pièce.

Le Trigalite 360° se fixe au milieu du plafond qu'il éclaire avec beaucoup plus de régularité et sur une surface beaucoup plus grande que les appareils habituels d'éclairage indirect qui n'envoient que de la

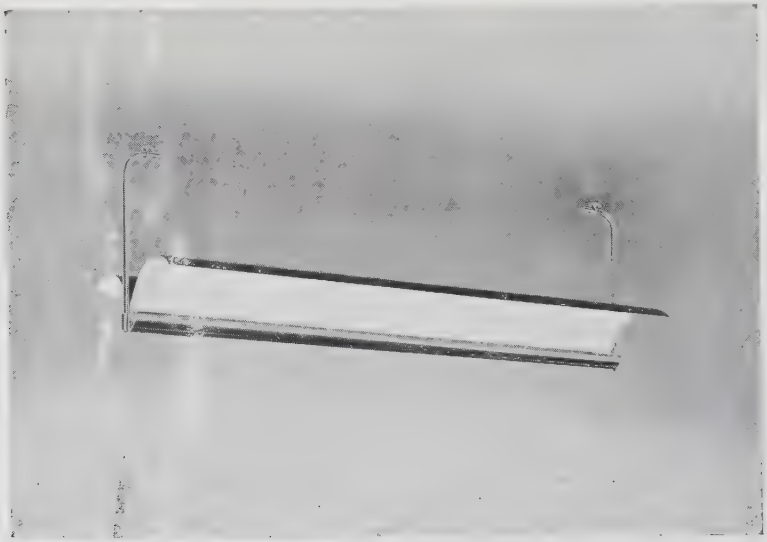


Licence Mallet-Stevens-Salomon.

lumière oblique à faible distance. Le trigalite 180° se fixe le long d'un mur contre le plafond. Le trigalite 90° est destiné à être placé dans l'angle de deux murs, contre le plafond.

— Tous ces appareils nécessitent des plafonds lisses, blancs et surtout rigoureusement mat (peinture à la colle). Pour éviter ces nécessités, l'ingénieur-éclairagiste ANDRÉ SALOMON a conçu les appareils « Perfécla » qui utilisent l'éclairage indirect de sur-

faces localisées et de brillance constante. Leurs formes sont complètement déterminées par l'application de leur seul principe et leur construction a été faite en collaboration avec les décorateurs les plus avancés de l'école moderne et particulièrement MM. MALLET, STEVENS et RENÉ HERBST.



Licence René Herbst-Salomon.

Ces appareils utilisent au mieux le flux lumineux des lampes et ont un très bon rendement. Au point de vue physiologique qui nous intéresse surtout, la brillance des surfaces est suffisamment faible pour empêcher l'éblouissement; sa valeur n'atteint pas un chiffre trop réduit afin d'éviter l'impression de surfaces mortes et d'augmenter l'effet de gaieté.

Les spécialistes que nous citons plus haut ont d'ailleurs étendu à des dispositifs architecturaux le prin-



Eclairage d'un bureau par gorge diffusante orienté de façon
à imiter la lumière du jour.

(Rob. Mallet-Stevens, architecte;
André Salomon, ingénieur-éclairagiste).

cipe des appareils « Perfécla ». Ils ont réalisé l'éclairage par gorges réfléchissantes.

Cet éclairage indirect localisé paraît parfois préférable à l'éclairage indirect général auquel on reproche sa monotonie. Cette objection n'est pas toujours dénuée de fondement, la lumière qui provient d'une grande surface supprimant tout « effet » sur les personnes et les choses. On a cherché alors à obtenir des ambiances en quelque sorte plus vivantes, tout en conservant le principe de l'éclairage par réflexion diffuse, qui présente des avantages considérables au point de vue de l'hygiène et de l'architecture.

Pour obtenir un tel parti, il suffit d'éclairer des panneaux de grandes dimensions soit verticaux, soit inclinés, soit encore occupant une portion limitée du plafond. Un objet situé dans la pièce reçoit encore une lumière diffusée, mais non distribuée symétriquement : par exemple, si l'éclairage est fourni par un panneau vertical, l'objet peut être vu soit par éclairage direct, soit par effet silhouette, soit simultanément par les deux moyens. Il en résulte évidemment une animation et un relief des objets qu'il serait difficile d'obtenir par un autre procédé.

On trouvera dans le chapitre suivant toute une série de dispositifs au service de l'éclairage des différentes pièces de l'habitation moderne.



Eclairage par panneaux diffusants
disposés de chaque côté de la fenêtre (Pierre Barbe, architecte).

CHAPITRE VIII.

ECLAIRAGE MODERNE ET HYGIENIQUE DES DIVERSES PIECES D'HABITATION

Il faut que l'appareil destiné à assurer le bon éclairage d'une pièce soit approprié à l'emploi auquel il est réservé. Il faut aussi que l'éclairage de l'ensemble de la pièce fasse l'objet d'une étude sommaire. Nous avons donné dans notre chapitre « éclairage et physiologie » un tableau des éclairagements nécessaires dans les pièces de l'habitation. En général, la collaboration du décorateur, du constructeur et de l'ingénieur éclairagiste est nécessaire à l'obtention de résultats satisfaisant l'hygiéniste.

Dans ce chapitre sont passées en revue les diverses pièces d'une habitation, avec l'indication de quelques-uns des dispositifs qui paraissent recommandables.

Salon.

Le salon est la pièce la plus facile à éclairer; on n'y fait pas, en général, de travail suivi nécessitant

des éclairagements intenses, mais on vise plutôt à réaliser des effets agréables.

Au point de vue de l'éclairage rationnel, l'appareil



Eclairage général d'un salon au moyen d'un grand appareil central en verre diffusant. (Dominique, décorateur).

qui convient généralement le mieux est le diffuseur. Malheureusement, certains appareils conçus pour satisfaire à des considérations esthétiques sont loin de présenter les qualités qu'on est en droit d'attendre d'eux. C'est ainsi que les hasards du goût contribuent à servir encore ceux qui s'éclairent toujours un peu à l'aveuglette. Car, même l'éclairage d'un salon, ainsi que l'a très bien fait remarquer M. Léon WERTH, n'est pas une question d'ouvrage de dames.

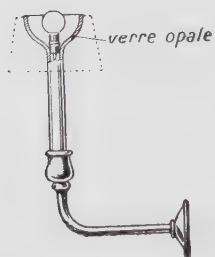
Pour l'éclairage des intérieurs modestes, certains constructeurs ont réalisé des diffuseurs de série, suffisamment plaisants, pour pouvoir être utilisés.

Il est très difficile d'adapter la lumière électrique à des lustres anciens ou à des appareils analogues. C'est le cas des lustres à cristaux et pendentifs, encore si répandus et dont l'adaptation consiste le plus souvent à remplacer les anciennes bougies en stéarine par de fausses bougies munies d'ampoules électriques. Pourtant, comme un grand nombre d'intérieurs sont décorés et meublés dans le style d'époques anciennes, il a fallu, pour ne pas condamner leurs habitants à s'éclairer avec des bougies, sous prétexte de couleur locale, recourir à quelques dispositifs plus ou moins ingénieux indiqués dans les figures suivantes.

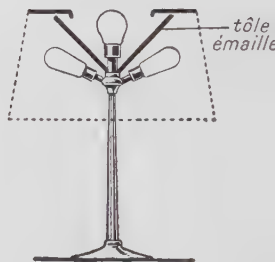
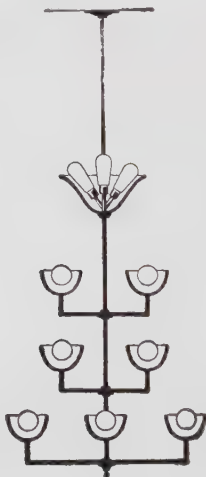
L'effet d'« illumination », produit par la réflexion des cristaux, donne un aspect brillant à un salon, permet de mettre les bijoux en valeur, et convient bien pour les réceptions; employé avec modération, il n'est pas à rejeter systématiquement. On peut en tirer parti dans un lustre ancien en cachant les



Eclairage d'un salon de style ancien (Decour, décorateur; Malabert, ingénieur-éclairagiste)



Applique avec fausse bougie formant coupe semi-indirecte. Lustre avec coupes argentées.



Lampe portative à pied avec coupe indirecte.

Dispositifs utilisés pour l'éclairage du salon représenté ci-dessus.

lampes dans des godets ou de petits réflecteurs tournés vers le plafond et situés au-dessous et sur la périphérie du lustre : ces lampes produisent un éclairage indirect, et les cristaux qui se trouvent sur le trajet des rayons lumineux scintillent.

Dans les installations de luxe, on peut avec avantage utiliser l'éclairage indirect ou l'éclairage par plafond lumineux avec dalles diffusantes, à condition que ces installations aient été étudiées par un spécialiste.

Ordinairement l'éclairage central n'est pas suffisant pour donner au salon l'impression de gaieté et d'intimité désirable. De plus, souvent le salon devient, surtout dans l'habitation moderne, un « *living-room* », c'est-à-dire une pièce où l'on travaille, où l'on vit continuellement entre la salle à manger et la chambre à coucher. Il est alors nécessaire de renforcer l'éclairage de certains points particuliers. C'est la rôle des appliques, torchères, lampes portatives, etc.

Les appliques murales sont très fréquemment utilisées d'une façon irrationnelle. Si elles sont placées trop bas, elles se trouvent dans le champ visuel et sont éblouissantes. Elles doivent présenter des dispositifs diffusants, masquant complètement la lampe qui doit être de faible puissance.

La lampe individuelle, si l'on peut dire, donne un très bon éclairage local, que ce soit le simple abat-jour en parchemin végétal, ou les luxueuses créations de métal, céramique ou de verrerie.

On peut réaliser de très bonnes installations où

l'éclairage central est supprimé, mais l'on multiplie alors les appareils d'éclairage local de façon qu'aucun point de la pièce ne se trouve complètement dans l'ombre. On peut avantageusement utiliser des appareils mixtes avec adaptateurs précédemment



Salon éclairé par éclairage indirect au moyen de réflecteurs dissimulés dans des abat-jour supportés par des potiches.
(René Prou, décorateur).

décrits, dans lesquels une portion du flux lumineux assure l'éclairage local, tandis que la majeure partie est dirigée vers le plafond.

L'éclairage correct d'un piano est toujours difficile à réaliser. On a besoin d'un fort éclairement, aussi uniforme que possible, sur le cahier de musique, et d'un éclairement plus réduit sur le clavier. L'éblouissement doit être évité. La disposition qui

consiste à placer une applique de chaque côté du piano est défectueuse, car le cahier se trouve dans l'ombre, tandis que la plus grande partie de la lumière atteint directement l'œil du musicien et l'éblouit.

Un résultat à peu près satisfaisant est obtenu en utilisant un réflecteur en forme de gouttière contenant soit une lampe tube à filament rectiligne, soit deux courtes lampes cylindriques. Ce réflecteur peut être supposé par un col de cygne ou par une tige articulée à contrepoids permettant de le placer dans différentes positions ne gênant pas le musicien. La meilleure solution consiste, en général, à utiliser un éclairage indirect à l'aide d'une lampe à adaptateur ou d'une torchère ou encore d'un plafond lumineux.

Salle à manger.

L'éclairage de la salle à manger doit être dirigé vers la table, plan utile qui exige un éclairement de 60 lux. Il doit de plus mettre en valeur les cristaux, les vins et l'argenterie. S'il est totalement indirect, il risque de donner une impression de tristesse. D'autre part, un éclairage tout à fait direct est trop dur et n'est pas seyant pour les visages des convives. On cherche généralement à obtenir un éclairage suffisamment intense sur la table elle-même, et un éclairement faible, mais assez uniforme, dans le reste de la salle.

Si l'on utilise un appareil central dérivant de l'antique suspension classique, l'abat-jour sera profond

et descendra suffisamment pour que l'œil ne soit pas atteint par les rayons directs. Sa hauteur sera telle que l'appareil n'empêche pas les convives de se voir : il suffit que le bord inférieur soit approximativement à 1 m. 40 au-dessus du plancher. La table est éclairée brillamment et, le reste de la pièce ne l'étant que faiblement, l'œil est soumis aux effets de l'éblouissement par contraste et se fatigue par le travail d'adaptation continu.

Des appliques murales équipées convenablement peuvent renforcer l'éclairage général. Elles ne doivent pas seulement contribuer à l'ornementation.

Le mode d'éclairage consistant à répartir en nombre variable sur la table des chandeliers portatifs permet d'obtenir des effets plaisants, mais l'intensité des lampes doit être très faible afin d'éviter l'éblouissement. Il convient de compléter cet éclairage local par d'autres appareils. La hauteur des chandeliers ne doit pas dépasser 35 centimètres environ.

Une lampe portative centrale permet d'éclairer à la fois la table et la pièce, mais cette solution présente l'inconvénient d'encombrer la table et surtout d'être une cause d'éblouissement par la proximité d'une source assez puissante si la diffusion n'est pas suffisante.

On peut utiliser avec avantage les caissons lumineux en verre translucide fixés au plafond. La lumière qui tombe d'un point élevé éclairant les visages d'une façon peu seyante, il est nécessaire de faire usage de caissons de grandes dimensions, pré-



Eclairage d'une salle à manger au moyen d'un caisson central
d'une niche lumineuse et de
quatre appliques rectilignes horizontales (Luminaire de Perzel).

sentant une surface d'émission considérable de façon à estomper les ombres. Si l'on fait usage de verre dépoli, l'emploi de lampes opalines légèrement teintées de jaune est à recommander pour contrebalancer la dureté que ce verre, généralement un peu verdâtre, donne à la lumière. On peut utiliser aussi, pour l'établissement du caisson lumineux, de la glace légèrement teintée de rose, dite glace aurée, dépolie sur l'une de ses faces.

Un tel caisson permet d'éclairer convenablement la table tout en donnant suffisamment de lumière dans le reste de la pièce. Il peut pourtant être avantageux de combiner avec ce système des dispositifs d'éclairage local permettant d'éclairer plus particulièrement certains points. Le service peut s'en trouver facilité et l'atmosphère de la pièce y gagne en outre, une note plus gaie et plus animée.

On peut également faire usage de verrières. Il faut une verrière de grande dimension éclairée par un caisson à paroi blanche. C'est alors un éclairage indirect localisé. La figure suivante montre une sorte de coupole lumineuse en verre émaillé, formée d'anneaux successifs échelonnés en escalier, au-dessus de laquelle sont disposés des réflecteurs en verre argenté. Cet éclairage est du type direct.

L'éclairage totalement indirect par l'emploi de réflecteurs dissimulés dans des corniches de meubles, dans des coupes ou vasques en staff, en marbre ou en autre matière, ne donne pas dans une salle à manger des résultats bien satisfaisants. L'éclairement au niveau de la table est alors insuffisant.



Eclairage d'une salle manger au moyen d'une coupole
en verre translucide.
(Bouchet, décorateur; Boris-Lacroix, éclairagiste; Damon, éditeur).

L'éclairage indirect doit être longuement étudié. Il trouve ses maîtres parmi les architectes décorateurs. Certains comme Eugène PRINTZ, ne demandent



Eclairage indirect d'une salle à manger par plafond de forme appropriée à double courbure, recevant la lumière de lampes dissimulées dans une gouttière réfléchissante (Eugène Printz, décorateur).

rien au verre, mais seulement au métal peint en blanc et l'on sait ce que peut donner la lumière réfléchie sur deux courbes. Dans le dispositif représenté par la figure suivante, un plafond de forme approprié reçoit et réfléchit, en la diffusant, la lumière émise par des lampes dissimulées dans une gouttière étroite.

Les tables lumineuses constituent un luxueux procédé d'éclairage du plus heureux effet. D'ailleurs le verre dans l'ameublement distribue généreusement la clarté qu'il reflète et multiplie.

Bureaux particuliers — Studios.

Dans le cabinet de travail, l'éclairage doit être dirigé vers la table. L'éclairement doit y atteindre 80 lux et là, plus que partout ailleurs, être hygiénique. Nous avons insisté en effet sur la myopie du travail due à un éclairage insuffisant.

On fait très souvent usage, dans les bureaux particuliers, de lampes portatives réglables, placées sur la table. Il convient de n'utiliser les appareils portatifs munis de réflecteurs qu'après s'être assuré que la surface totale de la table de travail présente un éclairement suffisant et à peu près uniforme. La figure ci-après montre l'effet désastreux obtenu avec un réflecteur trop concentrant.

Il faut aussi éviter soigneusement l'éblouissement par réflexion, que peuvent produire les rayons lumineux réfléchis sur des surfaces brillantes quelconques (papier glacé, bois verni, glace recouvrant la

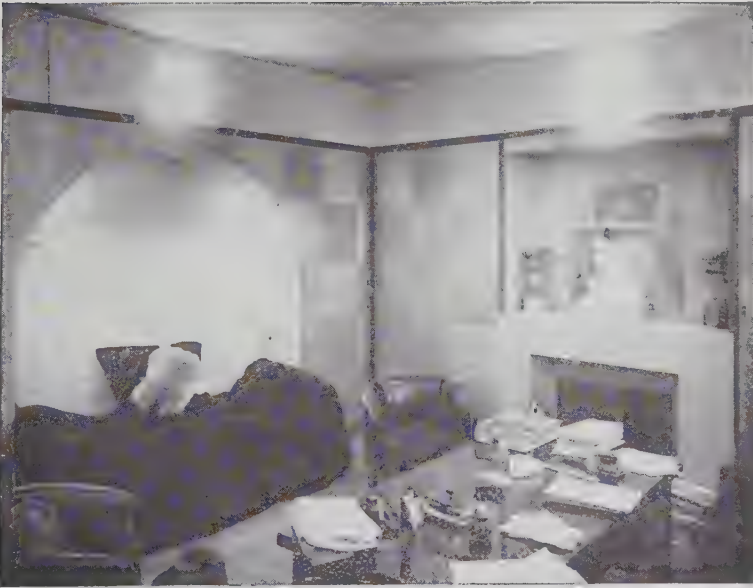
table, etc.). Ce dernier point est particulièrement important, et, dans bien des cas, il faut attribuer à un fort éblouissement par réflexion la fatigue, la gêne,



Eclairage  déficient d'un bureau au moyen d'une lampe portative munie d'un réflecteur trop concentrant.

ou les troubles de vision que l'on ressent après avoir travaillé longtemps sur une table éclairée de cette façon.

Il ne suffit pas d'éclairer convenablement le plan utile du cabinet de travail. Il faut donner à la pièce un éclairage général, sans quoi l'œil sera rapidement



Eclairage indirect au moyen de réflecteurs placés dans des niches derrière des plaques en verre dépoli (André Boll, décorateur).

fatigué par la gymnastique d'adaptation que nous lui imposerons en regardant successivement notre feuille blanche et les parois sombres de notre bureau.

L'éclairage indirect ou semi-indirect est alors tout indiqué. Il peut être produit par des niches lumineuses comme dans la figure ci-dessus. Un éclairage totalement indirect peut venir du plafond éclairé



Eclairage indirect d'un studio par rayons projetés au ras de la surface du plafond (Pierre Barbe, architecte).



Eclairage d'un bureau par gorge diffusante.
(Rob. Mallet-Stevens, architecte;
André Salomon, ingénieur-éclai­ragiste).

par deux feux horizontaux émis par des appareils du genre « Trigalite » que nous avons signalés plus haut.

Lorsque l'on veut obtenir un éclairage ressemblant à celui venant de la fenêtre pendant le jour, on peut adopter les dispositifs architecturaux créés par Robert MALLET-STEVENs qui utilise des gorges réfléchissantes en staff ou en métal peint en blanc mat.

Chambre à coucher.

On se contente fréquemment d'éclairer les différents points d'une chambre à coucher suivant les besoins, sans utiliser d'appareil central. Comme dans les autres pièces il ne faut pas de grands écarts d'éclairement entre les différents points.

Pour l'éclairage central on peut utiliser, soit un luminaire décoratif, soit un diffuseur de série. Dans l'un et l'autre cas, le dispositif devra être parfaitement diffusant.

L'éclairage du chevet du lit doit permettre la lecture. Il faut, pour cela, disposer sur le mur un appareil agencé de telle façon que les rayons qu'il émet tombent à peu près perpendiculairement sur les pages du livre : L'ombre portée par la tête doit être évitée. La lampe portative, dite lampe de chevet, ne donne pas un éclairage parfait, car elle est placée trop bas.

On peut utiliser une applique convenablement disposée, ou bien encastrer dans le mur un hublot avec



Eclairage d'une chambre à coucher au moyen d'un appareil
diffuseur central et d'une applique au-dessus du lit
(Bouchet décorateur; luminaires de Perzel).

volet, tel que ceux utilisés sur les paquebots et dans les wagons-lits.

On emploie depuis quelque temps comme veilleuses de petites lampes au néon dont la consommation est extrêmement réduite et qui ont une faible intensité. Ce ne sont pas des lampes à incandescence, mais des lampes à effluves, dont le fonctionnement est analogue à celui des tubes à décharge (tubes de Geissler). Une de ces lampes est contenue dans l'applique que l'on voit sur la figure ci-dessus et qui est munie d'un double allumage.

Si l'on peut disposer d'un panneau ou d'un mur blanc, il est possible, en l'éclairant fortement au moyen d'une lampe appropriée, d'obtenir un éclairage diffus et sans ombre, analogue à celui que donne pendant le jour, une fenêtre placée derrière la tête du lecteur.

Une autre solution consiste à utiliser une lampe orientable que l'on peut diriger suivant chaque position de lecture. L'aspect de ces lampes convient très bien à certains intérieurs modernes. Mais il faut reconnaître que, dans d'autres installations et plus particulièrement dans les intérieurs meublés en styles anciens, les lampes orientables de modèles courants trouvent difficilement leur place.

L'allumage brusque pendant la nuit produit une variété d'éblouissement particulièrement désagréable; c'est pourquoi l'on a proposé d'intercaler dans l'interrupteur une résistance variable permettant d'obtenir un éclairage progressif, mais ce dispositif n'a, jusqu'à présent, pas fait l'objet de beaucoup

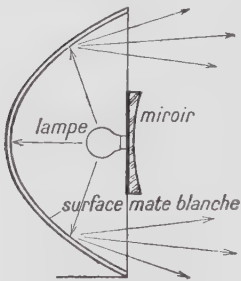
d'applications. Ce grand progrès a été réalisé dans les salles de cinéma.

Cabinet de toilette ou Salle de bains.

L'éclairage du cabinet de toilette doit permettre avant tout de se regarder dans la glace. Or l'éclairage des miroirs présente un problème particulier, qu'il est difficile de résoudre d'une façon satisfaisante.

Ce qu'il convient d'éclairer, ce n'est pas le miroir, mais le visage de la personne qui se regarde : on ne peut donc pas songer à cacher la ou les sources lumineuses par des réflecteurs opaques évitant totalement l'éblouissement. Il faut que les lampes soient entourées d'habillages de grande surface, en matière parfaitement diffusante : verre opalin, pâte de verre, albâtre, etc.)

L'appareil que représente la figure ci-dessous montre une solution ingénieuse du problème. Il se compose d'une demi-sphère ou paraboloïde creux



peint en blanc mat, agissant comme réflecteur vis-à-vis d'une lampe qui est disposée derrière le miroir. Celui-ci, d'un diamètre beaucoup plus petit que la sphère, se trouve ainsi entouré d'une bande circulaire de lumière diffusée, qui tombe sur le visage de

la personne qui se regarde.

Quand les murs sont de couleur claire, on peut

utiliser des appliques établies pour donner un éclairage semi-indirect. Comme il est nécessaire d'éclairer le visage sur ses deux faces, on doit placer une



Eclairage d'un miroir de salle de bains au moyen de deux appliques en verre émaillé utilisant des lampes-tubes à filaments rectiligne. (Luminaires de Perzel).

applique de chaque côté. Le dispositif fréquemment employé, qui consiste à placer au-dessus du milieu de la glace une seule tulipe orientée vers le sol, est mauvais : cet appareil n'éclaire ni les côtés, ni le bas du visage, et il donne des ombres dures. La lampe alors située en plein champ visuel est éblouissante.

Dans les petites pièces, les appareils servant à éclairer les miroirs peuvent en même temps suffire pour fournir l'éclairage général.

Dans les grandes pièces un ou plusieurs diffuseurs deviennent nécessaires. L'éclairage semi-indirect est à recommander quand le plafond est clair. Les diffuseurs sphériques en verre opalin sont alors de grande utilité.

Les coffrages lumineux disposés au-dessus des miroirs donnent aussi de bons résultats.

En ce qui concerne les salles de bains, il ne faut jamais disposer d'interrupteur à proximité de la baignoire. L'isolement de cet appareil peut être mauvais.

Vestibule et Hall. Escalier.

Le vestibule étant, dans les maisons modestes, une pièce où l'on ne fait que passer, la question de son éclairage n'est pas très importante : il convient simplement d'éviter l'éblouissement. Les diffuseurs simples en verre opalin conviennent parfaitement. Si le vestibule est très long, il suffit de multiplier le nombre des diffuseurs.

Dans les appartements luxueux, le hall est généralement une pièce spacieuse, où se trouvent souvent disposés des objets d'art et des tableaux qu'ils faut savoir éclairer. La position des réflecteurs doit être soigneusement déterminée de façon à éviter les réflexions nuisibles sur le vernis des tableaux.

Une solution simple, qui donne généralement satisfaction, consiste à utiliser un éclairage indirect suffisamment puissant.

L'éclairage du bas de l'escalier ne pose pas de problème particulier. Une torchère telle que celle représentée par la figure ci-dessous, ou des appliques en matière diffusante assez dense, analogues à celles que l'on aperçoit sur la même figure, donnent un éclairage satisfaisant. Il ne faut pas qu'en quittant la pénombre de la rue on se trouve plongé dans la lumière trop vive de l'entrée d'un immeuble.



Diffuseur sphérique

Quant à l'escalier lui-même, un petit caisson lumineux en verre opale ou émaillé, placé à chaque étage, convient parfaitement pour éclairer le palier correspondant. Ce qui importe, c'est de doser la lumière pour que l'éclairement soit partout uniforme afin que les marches ne portent pas ombre les unes sur les autres. Il faut que l'éclairage soit très diffus.

Un diffuseur de modèle ordinaire conviendrait également, mais il ne permettrait pas, en général, d'équiper l'installation, comme cela est désirable, avec plusieurs lampes dont l'une fonctionne sur la



Eclairage indirect d'un hall de galerie d'art par coupole recevant la lumière d'une rampe de lampes dissimulées dans une gouttière circulaire (Ateliers D. I. M. décorateurs).

minuterie, l'autre sur l'éclairage normal et la troisième (ou la première) est allumée, en même temps que la seconde, pour l'éclairage de réception.

Dans les constructions très modernes, il arrive souvent que le hall soit utilisé comme studio et contienne un escalier particulier. L'architecte et l'ingé-

nicur éclairagiste combinent alors des éclairages dans le genre de ceux représentés ci-dessus et chaque cas doit faire l'objet d'une étude particulière.



Eclairage d'une entrée d'escalier par torchère et appliques
(Sauvage, architecte; luminaires de Perzel).



Eclairage général d'un studio au moyen d'une corniche unilatérale munie de projecteurs, et d'une verrière lumineuse (Pierre Barbe, architecte).

Cuisine.

La cuisine est, de toutes les pièces de la maison, celle où la lumière est le plus longtemps nécessaire; c'est aussi celle dans laquelle on exécute les travaux

demandant le plus de soin et de propreté. Il convient donc de ne pas négliger son éclairage, comme on le fait trop souvent.



Eclairage d'une cuisine
au moyen d'appareils semi-indirects.

Généralement, on se contente d'une lampe éblouissante au plafond, munie d'un simple réflecteur plat. Par ailleurs, cette lampe est presque toujours de faible intensité, rapidement salie et rarement nettoyée, et on ne la change que lorsqu'elle refuse brusquement ses services.

Pour obtenir de bons résultats, il est nécessaire de combiner l'éclairage général avec l'éclairage local.

L'éclairage général est obtenu au moyen d'un diffuseur en verre opalin, équipé avec une lampe de puissance proportionnée aux dimensions de la pièce; l'éclairage local est fourni par des appliques et évite les ombres que l'on engendrerait (sur la table, l'évier, etc.) en travaillant le corps tourné à la source lumineuse centrale.

Dans les cuisines dont le plafond et les murs sont peints ou munis d'un revêtement en carreaux de faïence blanche, facile à maintenir en parfait état de propreté, on peut avantageusement faire usage d'appareils semi-indirects tels que ceux représentés et décrits plus hauts. Les appareils d'éclairage local ne sont alors plus nécessaires, sauf dans des cas particuliers.

Pour l'éclairage de la cuisine, il est bon d'utiliser des lampes « lumière du jour », qui altèrent peu les couleurs. Comme elles consomment plus d'énergie pour un même flux lumineux utilisable, on est obligé d'employer des lampes plus fortes.

Lingerie.

Dans la lingerie, l'usage des lampes « lumière du

jour » est particulièrement recommandable, car il permet de déceler les taches jaunes de brûlure ou de rouille sur le linge blanc.

Bien entendu, l'utilité de ces lampes est encore plus marquée pour la couture dans les tissus de différentes couleurs. L'éclairage aux emplacements de travail doit être de 150 à 300 lux. Le chiffre le plus élevé correspondant aux travaux dans les étoffes foncées.

Un éclairage semi-indirect, avec lampe suffisamment puissante, est particulièrement recommandable : sinon, on peut faire usage d'appareils semi-directs.

Garage.

L'éclairage qui convient dans un garage est évidemment analogue à l'éclairage industriel. L'appareil principal peut être un réflecteur large et profond en tôle émaillée équipé avec une lampe demi émaillée ou demi-dépolie, et disposé à peu près au-dessus du capot de la voiture.

Il est bon de placer un appareil au-dessus de l'établi pour pouvoir y travailler commodément sans être gêné par l'ombre du corps.

Une prise de courant doit être installée de chaque côté du garage pour permettre l'emploi d'une balladeuse. Il faut veiller au bon isolement de cet appareil et du conducteur souple d'amenée du courant, particulièrement au point de jonction de ce conducteur avec le manche.

**Le danger des courants électriques à basse tension
dans les locaux d'habitation.**

Le courant électrique domestique a provoqué en France dans ces dernières années, plusieurs centaines d'électrocutions mortelles dans les appartements. Le plus souvent, la victime a touché avec une de ses mains mouillées, ou simplement moite de sueur, un appareil électrique mal isolé tandis qu'une autre partie du corps était en bon contact avec la terre.

En général le public averti sur les routes par les inscriptions « haute tension ! Danger de mort ! » ne l'est pas du tout dans les appartements où l'on peut se livrer aux branchements les plus fantaisistes, et aux installations les plus imprudentes.

Bien qu'il existe des prédispositions individuelles de nature physiologique ou de nature pathologique il faut savoir que certaines statistiques donnent deux fois plus d'accidents mortels par basse tension que par haute tension. C'est que, par suite des circonstances mêmes qui accompagnent les accidents, en haute tension, on a beaucoup plus de chances d'être seulement brûlé ou paralysé, tandis qu'en basse tension (à 110 ou 120 volts), on a presque toutes les chances d'être tué.

Bien que l'on sache parfaitement traiter les électrocutes par la respiration artificielle très prolongée (JELLINECK), le pourcentage des rescapés de la basse tension est toujours faible. Il faut prévenir les acci-

dents à domicile « en évitant la simultanéité d'un bon contact électrique unipolaire et d'un bon contact avec la terre ».

Une bonne installation et un bon appareillage doivent répondre aux instructions publiées par l'Union des Syndicats de l'électricité (Publication n° 137, recommandée par lettre ministérielle du 6 novembre 1928).

Malheureusement les dangers ne trouvent pas uniquement leur source dans l'installation générale mais surtout dans les appareils d'usage courant. Le public ne se méfie pas des meilleurs appareils qui peuvent avoir fortuitement leur partie métallique extérieure en communication avec la ligne conductrice. Tant qu'il n'y a pas court-circuit mais seulement contact unipolaire, l'appareil fonctionne normalement. Il faudrait pour être en parfaite sécurité pouvoir supprimer toute partie métallique extérieure dans les appareils électriques. C'est possible mais il faut au moins que les parties devant être touchées avec la main soit en substance isolante.

Monsieur le Professeur CLUZET insiste sur le fait suivant « Le contact avec un appareil mal isolé ne peut devenir dangereux que si l'eau *intervient*, pour rendre ce contact plus intime en rendant la peau bonne conductrice ». C'est pourquoi il faut éviter de toucher tout appareil électrique avec des mains humides et redoubler de précautions pour supprimer la possibilité d'une « bonne terre ». Il faut se méfier pour les changements de lampes ou les réparations quelconques, des parquets mouillés ou simple-

ment humides de cuisine, buanderie, water-closet, salle de bains, cave.

Au point de vue de l'installation électrique générale, il faut l'éloigner des installations d'eau et de gaz. Dans les salles de bains le danger est très grand et il faut bannir de ces lieux humides les lampes électriques portatives, les interrupteurs à bouton ou à couvercle métallique, les cordons complètement métalliques de sonnette électrique qui peuvent accidentellement se trouver en communication avec le secteur de la ville. Il est de même très imprudent d'avoir une cabine à douche éclairée par une lampe dont l'interrupteur à bouton de cuisine, peut être actionné de l'intérieur de la cabine.

En résumé, il est nécessaire d'entretenir l'installation électrique d'un appartement en parfait état et de la faire vérifier périodiquement. De plus, le public doit être averti dans les locaux comme sur la route du danger des courants électriques de haute ou basse tension.

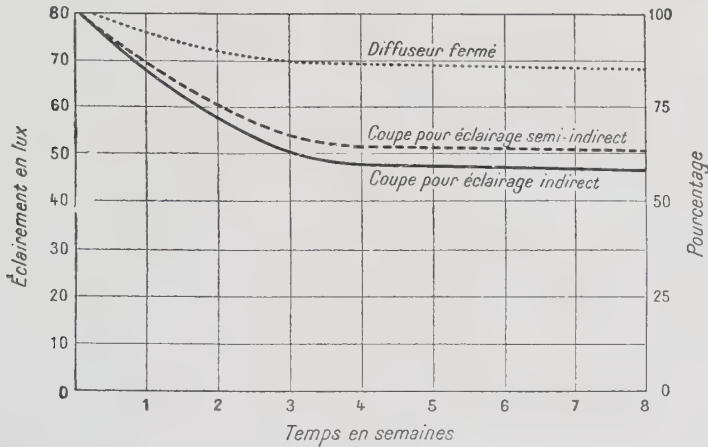
Entretien des installations.

On ne saurait trop insister sur la nécessité de nettoyages fréquents et complexes des dispositifs et appareils d'éclairage.

Toutes les fois que l'on utilise des appareils protégés à la partie supérieure par du verre clair ou diffusant, il y a intérêt à donner aux parties sur lesquelles peuvent se déposer les poussières une pente assez forte. Certains constructeurs ont même

fait une étude approfondie des formes les mieux appropriées pour que les dépôts poussiéreux aient le minimum d'adhérence.

Les courbes de la figure ci-dessous montrent la diminution d'effet utile, en fonction du temps en



Diminution de l'éclairement en raison du dépôt de poussières.

semaines, un diffuseur fermé et deux coupes ouvertes. On voit qu'il existe une grande différence entre ces appareils, au point de vue de la conservation de l'éclairement.

D'autre part, les chiffres suivants montrent la diminution que peu subir le rendement lumineux d'une installation. On a mesuré l'éclairement dans une pièce mal entretenue, on a trouvé :

Eclairement tel qu'il existait	27 lux.
— après lavage de l'appareil	37 lux.
— après remplacement de la lampe	50 lux.
— après mise en état du plafond et des murs	72 lux.

Les dispositifs d'éclairage doivent donc, contrairement à une fâcheuse habitude, être nettoyés aussi souvent, sinon plus souvent, que les autres objets.

On ignore généralement comment nettoyer les appareils, plus particulièrement les appareils en verre dépoli, qui deviennent rapidement d'un gris douteux et ne peuvent plus, dès lors, remplir d'une façon satisfaisante le rôle qui leur est assigné.

Voici, d'après le memento de l'apprenti peintre, quelques indications sur ces nettoyages :

— *Verres blancs et glaces.*

Laver abondamment à l'eau simple, gratter les souillures au couteau à reboucher; barbouiller de blanc d'Espagne délayé à l'eau; faire un premier essuyage au chiffon; terminer par un nettoyage à la peau de chamois humide.

— *Verres à reliefs (striés de St-Gobain).*

Laver à l'eau en brossant à la brosse à lessiver pour atteindre les fonds; rincer abondamment à l'eau claire pour terminer.

Sur toitures enfumées, ou bistrées, lessiver à l'acide chlorydrique (esprit de sel); se servir de brosses à lessiver usagées; finalement rincer abondamment à l'eau claire.

— *verres dépolis au jet de sable.*

Employer une eau savonneuse et frotter le côté dépoli avec de la ponce en poudre. Sur les taches grassieuses, se servir d'eau de Javel ou de chaux vive; laisser mordre quelques minutes et rincer abondamment à l'eau claire. Le côté poli sera nettoyé comme le verre blanc ordinaire.

— *Verres ou glaces gravés à l'acide.*

Procéder comme il vient d'être dit pour le verre dépoli au jet de sable, mais remplacer la ponce par du blanc d'Espagne, afin de ne pas rayer.

Si la gravure à l'acide était jaunie par une cause quelconque, employer l'extrait de Javel ou de la chaux vive. Sur les taches résistant à ce traitement, frotter avec un tampon d'ouate imbibé de benzine rectifiée ou d'éther sulfurique.

Se garder de fumer en manipulant ces produits essentiellement inflammables.

CHAPITRE IX.

L'ECLAIRAGE DES ATELIERS

Beaucoup d'ateliers sont pourvus d'un éclairage insuffisant ou défectueux : insuffisant, parce que l'éclairement sur les surfaces utiles n'est pas assez élevé pour que les ouvriers puissent travailler sans fatigue; défectueux parce que l'installation faite au hasard ne répond pas aux besoins.

Il faut remarquer cependant, que la lumière artificielle est utilisée pendant le quart environ du temps de travail annuel. Il faut donc attacher à la réalisation d'un bon éclairage une importance primordiale.

Les nombreux essais qui ont été faits dans différents pays ont montré d'une façon indiscutable que l'amélioration de l'éclairage dans les ateliers procure un accroissement très net du rendement de la main-d'œuvre et détermine une réduction notable dans le nombre et la gravité des accidents. Ceci est en rapport direct avec l'étude que nous avons faite plus haut de l'influence de l'éclairement sur la vitesse de lecture ou de travail.

Influence de l'éclairage sur la production : Un ouvrier dont le plan de travail est bien éclairé exécute

inconsciemment son travail avec plus de rapidité, car il faut à l'œil un temps plus court pour distinguer les objets avec un fort éclairement qu'avec un faible éclairement. Ces faits deviennent plus éclatants si l'ouvrier a une vision défectueuse. Il est évident aussi que l'œil ne peut profiter des avantages procurés par un fort éclairement que s'il n'est pas soumis à l'éblouissement. Ces conclusions découlent naturellement de l'étude de la physiologie de l'éblouissement.

Influence de l'éclairage sur la sécurité et la santé des ouvriers : La commission française de l'éclairage des usines et des écoles, l'Inspection du travail, le Bureau international du travail et maints autres organismes analogues ont signalé à diverses reprises le danger d'un éclairage insuffisant ou défectueux, tant au point de vue des lésions de l'œil qui peuvent en résulter qu'au point de vue général des accidents du travail.

Si l'on examine une courbe du nombre total d'accidents du travail en fonction des différents mois de l'année, on constate que le maximum d'accidents se produit au mois de décembre, c'est-à-dire à l'époque où la durée d'utilisation de l'éclairage artificiel est la plus longue; la courbe atteint son minimum aux mois de mai et juin, époque des longues journées où la lumière artificielle est peu employée.

Ceci paraît tout à fait évident lorsqu'on regarde les photographies que nous donnons ici, montrant les améliorations de la visibilité dans des ateliers où le système d'éclairage a été modernisé rationnellement.



Ancien éclairage d'un atelier de confection des boîtes de cigares.

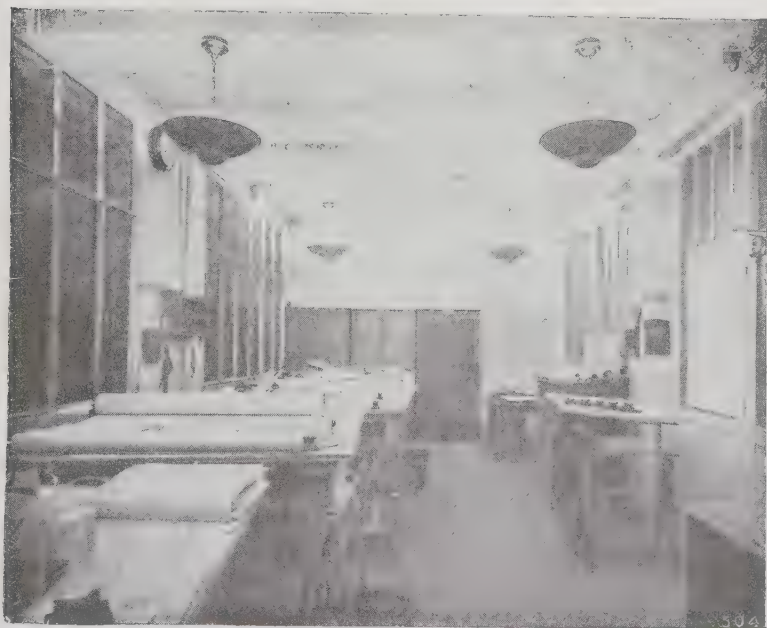


Nouvel éclairage du même atelier.

M. R. E. SIMPSON écrit à ce sujet : « Il y a quelques raisons de croire que 18 % de nos accidents du travail sont dûs à des défauts de nos installations d'éclairage. Le fait que cette situation puisse se perpétuer d'année en année est des plus répréhensibles, parce que le remède est très facile à appliquer et procure, en plus de la sécurité, maints autres avantages. Les accidents causés par le manque de soin, l'inattention ou l'ignorance ne peuvent être éliminés que par une campagne éducative longue et pénible, nécessitant souvent des changements dans des habitudes depuis longtemps établies. Mais, pour éliminer les accidents dûs à un mauvais éclairage, il suffit de se procurer le matériel nécessaire et de le faire installer par des gens compétents ».

Partout où il y a infraction aux règles d'un bon éclairage, il existe donc des risques possibles d'accidents. Pour remédier à cet état de choses, certaines associations d'ingénieurs spécialistes ont établi des codes de l'éclairage, où se trouvent rassemblées des réglementations destinées à être incorporées dans les décrets légaux ou les règlements administratifs. Un certain nombre d'états de l'Amérique du Nord ont adopté des codes de ce genre. Celui de l'état de Wisconsin fait remarquer, entre autres, que les dépenses dues à un bon éclairage peuvent être couvertes par une diminution des frais d'Assurance des ouvriers contre les accidents. Dans l'Etat de New Jersey, les inspecteurs du travail sont éduqués de façon à pouvoir signaler les installations qui paraissent défectueuses au point de vue de l'éclairage : si une ins-

tallation signalée est jugée insuffisante, des ordres sont envoyés du bureau central pour inviter l'industriel à se conformer aux règles en vigueur dans l'Etat.



Eclairage indirect d'un bureau de dessin industriel.

Différents systèmes d'éclairage dans les ateliers :

Les conditions fondamentales d'un bon éclairage de l'atelier sont celles étudiées précédemment d'une façon générale.

Il est nécessaire d'insister ici sur la nécessité d'avoir ou non un éclairage produisant des ombres. C'est la solution moyenne qui est adoptée en général. Le foyer lumineux doit être d'une brillance afin de réduire au

minimum l'éblouissement direct et par réflexion, il doit distribuer la lumière de façon à éclairer non seulement les flancs horizontaux mais aussi les flancs verticaux ; enfin, il doit présenter une surface assez grande pour donner des ombres suffisamment douces, tout en dirigeant convenablement la lumière vers le point d'utilisation.

Eclairage indirect : Lorsque dans certains cas, il n'est pas utile que les objets soient vus dans leurs trois dimensions, on peut utiliser, si le local est muni d'un bon plafond un éclairage indirect ou semi-indirect.

Pour les salles de dessin industriel, par exemple, l'éclairage indirect s'impose d'une façon absolue : seul, il permet de supprimer les ombres portées par le crayon ou le champ des règles et des équerres, qui sont particulièrement gênantes.

Eclairage général uniforme : C'est souvent le seul que l'on puisse prévoir lorsque l'on étudie le projet avant la construction du bâtiment ou lorsque l'on ignore quelle sera la position exacte de chacune des machines. L'éclairage horizontal moyen devra donc être suffisamment élevé pour permettre le travail en n'importe quel point de l'atelier.

Eclairage général localisé : Lorsque l'atelier est installé avant la pose des lampes on peut disposer celles-ci en tenant compte de l'orientation des machines. En effet, une partie de la machine peut porter ombre sur le plan utile, ou bien une machine un peu haute peut projeter son ombre sur une machine plus petite. Si les lampes sont au centre de l'atelier

et que des machines soient le long des murs l'ouvrier tourne le dos à la lumière et son ombre le gêne.

Eclairage local : Pour éviter ces inconvénients il est nécessaire d'employer l'éclairage localisé obtenu au moyen de lampes individuelles disposées sur les



Eclairage général uniforme.

machines à proximité des surfaces de travail. Il faut alors que chaque lampe soit placée dans un réflecteur profond, pour que son filament soit masqué à la vue de l'ouvrier.

Comme dans les pièces de l'habitation l'éclairage des points particuliers a besoin d'être complété. Dans l'atelier on établira un éclairage de circulation surtout s'il existe de multiples transmissions entraînant un grand nombre de courroies, de même que dans les ateliers construits avec de très nombreux poteaux.

Appareils étanches ou hermétiques et dangers d'explosion : Les appareils employés pour éclairer les ateliers appartiennent en général au genre réflecteur étudié dans le chapitre « principaux types d'appareils ».

Il est intéressant et même nécessaire de connaître l'existence des appareils étanches ou hermétiques qui répondent à deux desiderata :

— protéger les surfaces actives des appareils et des lampes contre les poussières et les vapeurs acides qui peuvent, dans certaines industries, réduire leur efficacité;

— éviter les explosions.

Une communication de M. Bordenave à l'Association des Industriels de France contre les accidents du travail, contient les renseignements suivants. « On a beaucoup parlé des poussières, de leur effet nocif sur l'organisme, etc., mais de nombreuses catastrophes récentes ont montré que, en sus, elles pouvaient se comporter, dans certains cas, comme de violents explosifs. Très fréquemment des coups de poussière se produisent dans la petite et moyenne industrie, ils ont un caractère quasi-mystérieux pour tous, et, ayant comme conséquence un incendie, on confond régulièrement les effets avec la cause qui n'est jamais discutée ». La simple rupture d'une lampe risque de faire détoner le mélange d'air et de poussières. Celles-ci ont été classées suivant les inflammabilités décroissantes : sucre, dextrine, amidon, farine de riz, liège, sciure de bois, malt, bale d'avoine, poussière de grains (mouture), déchet de distillerie,

poussière de grains (stockage), farine de blé, chicorée. « Le mélange de 112 grammes de charbon pour 1 mètre cube d'air, qui correspond à la combustion parfaite, possède une aptitude considérable à l'inflammation, et par suite à la détonation ». « Dans les ateliers de pulvérisation ou de manutention (de charbon), près des réservoirs d'emmagasinement, il ne doit être utilisé aucun foyer ni aucune flamme; l'éclairage doit être exclusivement assuré au moyen de lampes électriques à incandescence étanches ». « Le Bureau des mines des Etats-Unis a fait des essais en atmosphères grisouteuses et a constaté que 50 % des ampoules, en se brisant, provoquaient l'explosion. Il est donc nécessaire de les mettre sous cloche, avec joint hermétique en caoutchouc ».

L'inconvénient des appareils étanches est qu'ils atteignent rapidement des températures trop élevées. C'est pourquoi il est généralement nécessaire de les équiper avec des lampes faibles. Il faut aussi augmenter la surface extérieure de refroidissement. Les poussières se déposant sur les appareils pouvant s'y enflammer il faut plus encore dans l'industrie que dans les appartements nettoyer soigneusement et fréquemment les appareils.

CONCLUSIONS

1. — Le soleil étant indispensable à la vie normale de tout être vivant, la lumière doit être distribuée à l'homme largement, mais dans des conditions physiologiques déterminées.

2. — Il existe des « maladies de lumière » telles que l'ophtalmie des neiges. La lumière artificielle peut, si elle est émise par des appareils trop puissants, provoquer des troubles graves comme l'ophtalmie des artistes de cinéma. Dans l'éclairage courant, les troubles observés sont dus au phénomène d'éblouissement et aux insuffisances de l'éclairage du plan utile.

3. — Pour obtenir les résultats désirés, la maison doit être construite suivant des règles dictées par l'astronome et l'hygiéniste qui ont défini l'axe héliothermique.

4. — L'ensoleillement est devenu une des préoccupations essentielles des architectes et ingénieurs modernes qui cherchent à le réaliser au maximum dans leurs constructions. Cette préoccupation est une des dominantes de la conception architecturale moderne.

5. — La maison de verre est au point de vue de l'éclairage la réalisation la plus parfaite.

6. — Les éclairagistes dirigent leurs efforts vers l'obtention d'une lumière artificielle (dont la source

est toujours électrique) se rapprochant par sa diffusion le plus possible de la lumière du jour afin d'éviter l'éblouissement et de produire des éclairagements suffisants.

7. — Parmi les différents modes d'éclairage électrique moderne, le plus recommandable est l'éclairage indirect de l'ensemble et semi-indirect des points particuliers. Il doit être adapté à chaque pièce de l'habitation. Dans l'industrie il constitue un problème souvent difficile et qui ne comporte pas de solution univoque.

8. — L'entretien et la vérification de l'installation doivent être faits sérieusement afin d'éviter les pertes d'énergie et les accidents graves.

9. — Il est possible de conserver jusqu'au bout l'esprit scientifique dans l'étude des phénomènes qui paraissent ne devoir relever que de l'intuition et des circonstances locales. Mais les décorateurs, architectes, ingénieurs éclairagistes doivent combiner leurs efforts en abandonnant les règles simples établies pour des cas particuliers, et en appliquant directement les principes de l'optique, de la photométrie et de la physiologie.

Vu :

LE DOYEN,
JEAN LÉPINE.

LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE,
A. ROCHAIX.

Vu et permis d'imprimer :

LYON, le 9 novembre 1933.

LE RECTEUR, PRÉSIDENT DU CONSEIL DE L'UNIVERSITÉ.
H. LIRONDELLE.

BIBLIOGRAPHIE

- ARLOING. — Influence de la lumière sur la végétation et les propriétés pathogènes des bacilles anthracis. (S. M. 1885, p. 46, 293, 309).
- BARGERON (L.). — De l'optimum d'éclairement pour un travail déterminé. Ibid. 1923, n. s. i, 410-415.
- Meilleure lumière signifie meilleur travail. Adapté de l'Anglais de Thomas G. Ward. Ibid. 1925, n. s. iii, 411-414.
- BEGGS (E. W.) et WOODSIDE (C. S.). — Technical aspects of architectural lighting. Tr. illum. Engin. Soc. 26 : 1007-1024. Déc. 31.
- BOUCHARD. — Recherches sur la pellagre, 1862.
- BOUTARIC. — Précis de physique d'après les théories modernes. Doin éditeur.
- BRESSE. — De l'ophtalmie électrique et du coup de soleil électrique. Thèse de Nancy, 1891.
- BROCA et LAPORTE. — Etude des principales sources de lumière au point de vue de l'hygiène de l'œil. Ann. d'Ocul., mars 1914, t. 151, p. 190.
- BROCA (A.). — Physique Médicale (4^e édition).
- BÜCHNER. — Action de la lumière sur le bacille typhique, le bacille du choléra et le bacille coli. (Centrabl. f. Bakter., vol. 12, p. 218).
- CHAPPÉ. — Conjonctivite chez les artistes de cinéma. Ann. d'Ocul., juillet 1920, pp. 425-428.
- CHARPENTIER (A.). — La lumière et les couleurs au point de vue physiologique. (Paris 1888, Baillière édit.).
- CLARK (J. H.). — Lighting in relation to public health. Baltimore, 24.
- CLOUZOT (H.). — Intérieur moderne, reflet de la vie. Illustration meuble, 1933.
- CLUZET. — Le danger des courants électriques à basse tension dans les locaux d'habitation. (Mouvement Sanitaire, mai 1933).
- DARMOIS (E.). — Les solutions modernes des problèmes d'éclairage. Rev. scient., Paris, 1923, Ixi, 737-743.

- DE LAROMIGUIÈRE (R.). — Murs de verre. Revue « Art et Médecine », juin 1933.
- DICHELETRE. — Manuel d'archéologie préhistorique. T. II, p. 409-484, III, p. 283-293; 325-326; IV, p. 907-923.
- DOWNS et BLUNT — Proc. Roy. Society of London, 1877, XXVI, p. 488 et 1878-XXVIII, p. 199.
- DUCLAUX. — Traité de Microbiologie, Paris 1925.
- DUMONCEL. — L'éclairage électrique, Paris 1880.
- FERREE (C. E.) et RAND (G.). — Visibility of objects as affected by color and composition of light. Personn. J. 9 : 475, April 31; 10 : 108, Aug. 31.
- FRIEDBERGER (E.) et CALLERIO (C.). — Artificial, indirect illumination of living rooms and workrooms. Arch. of Hyg. 106 : 241-248, 31.
- GALLI-VALERO (B.). — Contribution à l'étude de l'ophtalmie des neiges.
- GARIN (Ch.). — Compte rendu du III^e Congrès International de Technique Sanitaire et d'Hygiène urbaine.
- HAAS (E.). — André Broca. Ext. Revue d'Optique théor. et Inst. T. IV, 1925.
- Considérations sur l'acuité visuelle aux basses lumières. (Société Française d'Ophtalmologie. Ext. 1930).
- Présentation d'un photoptomètre spécialement approprié à l'étude de l'acuité visuelle aux basses lumières. (Ext. Bulletin Société d'Opht. Paris, mars 1931).
- Résultats de mesures d'acuité visuelle binoculaire en basses lumières, chez des sujets à rétine normale. (Ext. Bulletin Société d'Opht., Paris, décembre 1931).
- L'éblouissement et sa mesure. (Bulletin Soc. des Techn. Brev. de l'Institut de Techn. San., avril 1932).
- Photoptomètre pour la mesure du seuil lumineux brut et de l'acuité visuelle aux basses lumières. (Revue d'Opt. Théor. et Inst. T. XI, p. 306-312, 1932)
- Etendue sur laquelle est altérée l'acuité visuelle centrale lorsqu'un objet très brillant est contigu au test à définir. (Opt. Physiol.).
- HAAS et COUVREUX. — L'Acuité visuelle aux basses lumières. (Société d'Ophtalmologie, 1927).
- HATHARVAY (W.). — Lighting the home for health and happiness. (Sight Saving Rev. 1 : 36, 42, sept. 31).
- HAZEMANN (R. H.). — Effects of room's natural light on health. (Ann. d'hyg. 8 : 292-300, may 30).
- HUGO (V.). — Les contemplations, I et II. Paris, A. Lemerre.

- JACKSON (E.). — Day light illumination of interiors. (8° Chicago 1919).
- JAMIESON. — The influence of light on the development of Bacteria. (Nature, vol. 8, p. 167).
- JAUBERT (L.). — La cure de soleil.
- JAUSION (H.). — Les maladies de lumière (édition Masson).
- KOCH. — Action de la lumière sur le bacille tuberculeux. (Congrès international de Berlin, 1890).
- KRAUSE. — Action de la lumière sur le bacille d'Eberth. (Zeitschrift. f. Hg., vol. 19, p. 313).
- LEBLANC (M.). — La Technique Moderne. (Eclairage des locaux industriels).
- LEBRUN (M.). — La soudure électrique à l'arc. Théorique et Pratique. (Paris 1924. Editions de la Revue métallurgique).
- LE CORBUSIER. — Précisions sur un état présent de l'architecture et de l'urbanisme.
- LEITNER. — Ophtalmie Electrique. (Szemetzet, 1897, N° 1).
- LUCKIESH (M.). — Light and work; a discussion of quality and quantity of light in relation to effective vision and efficient work. (8°, New-York, 1924).
- METTEY. — Quelques recherches expérimentales et cliniques sur l'éblouissement électrique. (Thèse de Paris, 1903).
- Recherches expérimentales sur le phototraumatisme. (Arch. d'Ophtalmologie, 1904, p. 227).
- MICHELET (J.). — Le Peuple. L'Oiseau, p. 132. Paris, L. Hachette, 7° éd. 1861.
- MONTANELLI (G.). — Effects of variations in lighting on visual acuity. (Lettma Oftal, 8 : 634-643. déc. 31).
- MOREAU (F.). — Ophtalmie électrique. (Ann. d'Ocul., 1916, pp. 351-354)
- MULLEN (Mac). — Les effets nocifs de la forte lumière sur l'œil. (Ophtalmic review, t. 29, avril 1910, p. 97).
- MULLER (H.). — Lésions oculaires par les rayons infrarouges. (V. Graef's. Arch. S. Opht. 1924, t. 114, pp. 503-543).
- NOGIER. — La lumière et la vie. (Thèse de Lyon, 1904). (Archives d'Electricité Médicale, 1910).
- OUROUSSOW (M.). — Mary : Histoire d'une âme, Paris, Fischbacher, 1904.
- PANSINI. — Action de la lumière sur les microbes. (Rev. d'Ig., 1889).
- PAPILLON. — La nature et la vie. Paris 1869.

- PECH. — Eclairage Pratique et Radiations. (Presse Méd., mars 1924).
- PETERS. — La douleur par éblouissement. (Klin. Monast., St. Aug., juillet-août 1916, p. 556).
- PUTZENS et SCHOofs. — Traité de technique sanitaire.
- RAMNOUX (P.). — La cataracte des verriers. (Thèse de Lyon, 1931)
- REICH. — La névrose de l'appareil visuel causée par l'action continue d'une lumière vive. (V. Graefers Arch. f. Opht. t. 26).
- ROUX. — Action de la lumière sur les microbes. (Ann. Inst. Pasteur, 1887, t. 1, p. 445).
- SCHMIDT-RIMPLER. — Troubles psychiques produits par privation de lumière. (Arch. f. Psychiatrie, 1879, vol. 9, p. 233).
- SÉDAN (J.). — Deux cas de kerato-conjonctivite professionnelle chez des artistes de cinéma. (Ann. d'Oculistique, janv. 1925).
- SOCIÉTÉ POUR LE PERFECTIONNEMENT DE L'ECLAIRAGE :
- Lumière et vision;
Sachez vous éclairer;
Sachez éclairer vos magasins;
La technique de l'éclairage. (M. Robert de Valbreuze);
Réflecteurs et diffuseurs;
L'éclairage des ateliers.
- TISSERAND (E.). — L'Eclairage Moderne. (Illustration meuble, 1933).
- TOULANT. — Action des rayons ultra-violetes sur le segment antérieur de l'œil. (Thèse, Paris 26).
- TYNDALL. — Note on the influence exercised by light on organic infusions. (P. R. S., vol. 28, n° 19).
- WEISS (E.). — Le soleil dans les maisons. (La Nature, 15 avril 1933).
- ZADE. — Sur l'éblouissement chez les aviateurs. (Soc. d'Opht. de Heidelberg, 1916).

TABLE DES MATIERES

AVANT-PROPOS	1
--------------------	---

PREMIERE PARTIE

La lumière naturelle et artificielle.

CHAPITRE I. — Historique	5
--------------------------------	---

CHAPITRE II. — La lumière naturelle. Propriétés des radiations lumineuses	17
---	----

*Radiations visibles et invisibles. Propriétés physiques. Propriétés chimiques. La vie consé-
quence directe du rayonnement solaire. Pro-
priétés bactéricides de la lumière. Lumière et
biologie. Lumière et psychologie.*

CHAPITRE III. — La lumière artificielle. Sa physiologie et sa pathologie	35
--	----

Influences de l'éclairement. De l'éblouissement. Ophtalmie des neiges. Ophtalmie des artistes de cinéma. La cataracte des verriers. Myopie due à un éclairage insuffisant.

DEUXIEME PARTIE

L'éclairage naturel et artificiel.

CHAPITRE IV. — La technique de l'éclairage naturel ..	73
---	----

*Le soleil et les habitations. Les formules d'orien-
tation solaire; l'axe héliothermique. La fenêtre.*

CHAPITRE V. — Quelques réalisations modernes au service de l'éclairage naturel	85
<i>Menuiserie métallique. Le verre « matériau » de construction. La vitrine anti-réflexion. Revêtement des parois. Les rideaux. Les maisons de verre. Le soleil dans les maisons par le système Arthel.</i>	
CHAPITRE VI. — La technique de l'éclairage artificiel .	113
<i>Définitions. Unités. Conditions auxquelles doit satisfaire un bon éclairage.</i>	
CHAPITRE VII. — Réalisation de l'éclairage artificiel ..	129
<i>Du choix d'un fluide hygiénique pour éclairer. Production de la lumière. Lampes à incandescence. Les appareils pour éclairer.</i>	
CHAPITRE VIII. — Eclairage moderne et hygiénique des diverses pièces d'habitation	171
<i>Salon. Salle à manger. Bureaux particuliers. Studios. Chambre à coucher. Cabinet de toilette ou salle de bains. Vestibule et Hall. Escalier. Lingerie. Garage. Le danger des courants électriques à basse tension dans les locaux d'habitation. Entretien des installations.</i>	
CHAPITRE IX. — L'éclairage des ateliers	207
CONCLUSIONS	217
BIBLIOGRAPHIE	219

